

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA
SOTTO GLI AUSPICI DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE



Direttore: RENATO SAN NICOLÒ

Redattori: F. BAROZZI - R. SARTORI - G. SILVA

Consiglieri di Redazione:

A. ASTA - S. BASILE - E. BOTTANI - F. CARATI - A. CARRER - C. CASTELLANI - F. CORREGGIARI - C. COSTADONI
V. DE MARTINI - N. FALETTI - L. MAGGI - M. MAINARDIS - G. MAIONE - L. MARENESI - F. NERI - L. PARIS
G. QUILICO - R. RIGHI - F. SCILLIERI - F. TEDESCHI - D. TOLOMEIO - S. B. TONIOLO - A. VALLINI

Proprietaria ed Editrice: ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA (AEI).

Comitato per le pubblicazioni AEI: IL PRESIDENTE GENERALE: A. M. Angelini - GLI EX PRESIDENTI GENERALI: G. Bauchiero
G. Cenzato, M. Semenza, G. Somenza - I DIRETTORI ED EX DIRETTORI DELLE RIVISTE: E. Gatti, P. Lombardi,
R. San Nicolò - IL DIRETTORE EDITORIALE: C. Redaelli.

Direzione, Redazione, Amministrazione: UFFICIO CENTRALE AEI-CEI - VIA SAN PAOLO 10, MILANO - Conto Corrente Postale
3/1189 - Telegrammi: ASSELITA - MILANO - Telefoni: 794794-798897.

S O M M A R I O

PARTE PRIMA	Pag.		pag
Note di redazione	62	<i>Notizie e Informazioni</i>	95
Articoli:		<i>Libri e Pubblicazioni</i>	110
Ricordo di Francesco Giordani (A. M. Angelini)	63	<i>Dalle Riviste: Gli impianti di accumulazione in-</i>	
Luce naturale e luce artificiale (I. LUCCHI) . .	65	<i>vernale Reisseck-Kreuzeck</i>	111
Analisi della stabilità e diagramma di Bode (I. PIGLIONE)	79	Notizie Sociali:	
Regolazione dei conduttori delle linee elettriche aeree con campate a dislivello (G. MUSTO) . .	86	<i>Associazione Elettrotecnica Italiana - Notizie delle</i>	
Rubriche varie:		<i>Sezioni: Sezione di Livorno, Sezione di Milano,</i>	
<i>Lettere alla Redazione:</i>		<i>Sezione Sarda, Sezione Veneta</i>	124
A proposito di circular mil (G. POLI-SPOVERINI)	93	<i>Comitato Elettrotecnico Italiano (C.E.I.)</i>	125
Comportamento dinamico dei trasformatori in corto circuito (A. PASI)	93	<i>Attività delle Sezioni</i>	132
		PARTE SECONDA	
		SUNTI E SOMMARI	17 D

Abbonamento per il 1961: in Italia L. 6500, all'Estero L. 8500
Fascicoli separati: cad. in Italia L. 650, all'Estero L. 800.

I Soci dell'AEI hanno diritto di ricevere in abbonamento gratuito la rivista «L'Elettrotecnica» o, in sua vece «Alta Frequenza»; possono ricevere entrambe le riviste con un versamento suppletivo di L. 3 000.
I Soci hanno diritto, oltre a quanto precede, allo sconto del 20% su tutte le pubblicazioni editte dall'AEI ivi compresi eventuali abbonamenti supplementari.
È vietato riprodurre articoli della presente rivista senza citarne la fonte. - Gli scritti dei singoli Autori non impegnano la Redazione e sia quelli degli Autori sia quelli della Redazione non impegnano l'AEI. - I manoscritti non si restituiscono. - Pubblicazione mensile. - Spedizione in abbonamento postale gruppo III°.

Ancora un lutto

Ancora una grave perdita ha colpito la nostra AEI con la morte del prof. Francesco Giordani: scomparire con Lui un'altra delle grandi figure del nostro Sodalizio, fra quelle che più hanno sostenuto e favorito il suo sviluppo e il suo affermarsi.

Di Lui dice, più avanti, il Presidente Generale prof. Angelini: la Redazione si unisce con profondo e sincero cordoglio al compianto che accompagna la Sua figura.

Per la LXII Riunione Annuale

Chiuso ormai il periodo della segnalazione dei titoli delle Memorie da presentare alla Riunione che si terrà a Torino nel prossimo mese di settembre, possiamo con compiacimento segnalare come anche questa volta si delinea il successo tecnico di essa.

Sono infatti oltre un centinaio le Memorie già segnalate e non è escluso che qualche impenitente ritardatario si faccia ancora vivo con altre segnalazioni. Come è noto, per quanto riguarda la segnalazione dei titoli la Presidenza si è riservata di ammettere qualche tolleranza, specialmente per la eventualità di segnalazioni che prospettino argomenti di particolare importanza o interesse.

Confermiamo però che sarà rigorosamente osservato il voto del Consiglio Generale che ha fissato al 30 aprile il termine improrogabile per la consegna alla Redazione dei dattiloscritti e delle figure delle Memorie.

Come abbiamo molte volte fatto rilevare non si tratta di una misura arbitraria o vessatoria ma del frutto di una lunga esperienza la quale ha dimostrato che il periodo di circa cinque mesi e mezzo è il minimo assolutamente necessario (tenuto conto del periodo delle ferie estive) per poter arrivare in tempo a comporre, correggere, impaginare e distribuire le Memorie con un anticipo che permetta di prenderne visione prima dell'apertura della Riunione.

Alla Redazione si fanno anzi pressioni perchè questo anticipo sia reso anche più lungo del consueto. Ciò sarebbe possibile, sia pure in limitate proporzioni qualora gli AA., anzichè attendere gli ultimi giorni per l'invio dei loro elaborati, si affrettassero a farli pervenire alla Redazione in modo che il lavoro di composizione potesse venire iniziato molto prima dalla Tipografia e svolto con gradualità, evitando l'affollamento dell'ultimo momento. Non è necessario spendere molte parole per far rilevare quale ingergo crei e a quali difficoltà dia luogo l'affluire di un centinaio di Memorie tutte in una volta.

È dunque nell'interesse di tutti che, mentre ringraziamo gli Autori della promessa collaborazione al buon successo della Riunione, rivolgiamo loro una viva preghiera di affrettare quanto più possibile la compilazione e l'invio dei loro elaborati.

Comitato Elettrotecnico Italiano

L'attività del CEI è in continuo sviluppo, come è naturale dovendo esso seguire il progressivo sviluppo della tecnica. Ciò ha reso necessario in campo internazionale la creazione di nuovi Comitati di Studio e la riorganizzazione di altri: in campo nazionale sono in corso i provvedimenti per adeguarsi a quanto viene fatto in sede internazionale. Ci riserviamo di darne presto notizia.

Frattanto segnaliamo altri frutti della attività dei nostri Sottocomitati. I lettori troveranno in altra parte del presente giornale le Note illustrative di due Progetti di nor-

me che sono stati messi in circolazione per la inchiesta pubblica, e che riguardano rispettivamente: variante alle Norme per le macchine elettriche rotanti ediz. (2-3) XII-1953; sicurezza dei ricevitori TV.

Problemi di illuminazione

La tecnica della illuminazione si è andata sviluppando e affinando sotto il pungolo delle richieste imposte da un lato dal vertiginoso incremento del traffico stradale, dall'altro dalle accresciute esigenze di carattere estetico e utilitario che caratterizzano tutta la nostra moderna civiltà.

La introduzione di nuove sorgenti luminose in concorrenza con la classica e tradizionale lampada a incandescenza ha messo a disposizione dei tecnici nuovi strumenti e nuovi mezzi per rispondere ai nuovi bisogni ma ha anche creato problemi particolari e richiesto opportuni adattamenti per la migliore utilizzazione di essi in rispondenza alle svariate condizioni locali.

Si tratta di una tecnica che, nelle sue finezze, è in gran parte riservata agli speciali cultori di essa ma che è nota soltanto nelle sue grandi linee alla maggioranza dei tecnici. In un articolo di carattere illustrativo e documentato, che oggi pubblichiamo, I. LUCCHI espone molti concetti fondamentali di tale campo di studi e di applicazioni e discute alcuni interessanti punti di confronto fra diverse sorgenti luminose usate per l'illuminazione pubblica.

Criteri di stabilità

Uno dei rami della tecnica moderna che maggiormente richiama l'attenzione e l'interessamento è senza dubbio quello della regolazione nelle sue più svariate e complesse applicazioni. Si è andato in proposito sviluppando tutto un corpo di dottrine di carattere generale, indipendente dalle particolarità dei mezzi di regolazione, che riveste un grande interesse teorico e che è fondamentale per le molteplici applicazioni degli automatismi nelle industrie.

Uno dei problemi di massima importanza è notoriamente quello della stabilità di un sistema di regolazione e per giudicare di essa sono stati elaborati diversi sistemi e diversi criteri.

Fra questi molto usato è il così detto diagramma di Bode che, se è ben noto agli specialisti dell'argomento, non è altrettanto familiare alla grande massa dei tecnici, specialmente di quelli che hanno ormai perduto il contatto con i procedimenti algebrici un po' complessi.

L'articolo di L. PIGLIONE che oggi pubblichiamo viene incontro al desiderio di quanti vogliono rendersi conto dell'origine, della natura e della portata, di questo criterio di regolazione senza affrontare complicate trattazioni matematiche e giovandosi piuttosto di un procedimento intuitivo anche se esso non raggiunge la pienezza di risultati cui la trattazione matematica perviene.

Problemi di linee aeree

La regolazione dei conduttori nelle linee che presentino campate a dislivello è sempre una questione delicata e che in qualche caso presenta particolari difficoltà.

Un metodo di calcolo che permette di risolvere rapidamente e soddisfacentemente i problemi che si presentano, è esposto da G. MUSIO, con l'ausilio anche di appositi abachi grafici che agevolano le calcolazioni.

RICORDO DI FRANCESCO GIORDANI

ARNALDO M. ANGELINI

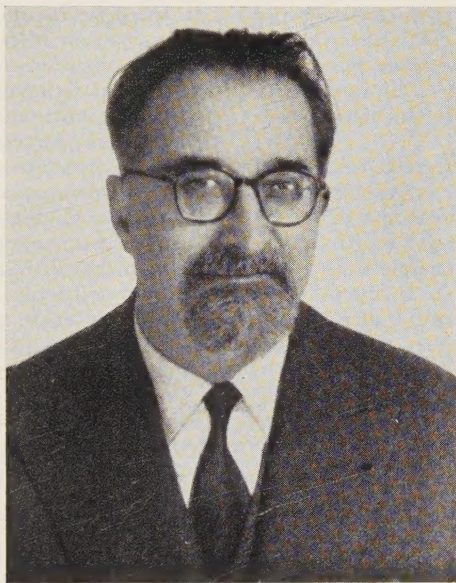
La scomparsa di Francesco Giordani ha prodotto il più vivo, sincero, commosso rimpianto negli ambienti accademici, scientifici e culturali italiani ed esteri, nei settori industriali e finanziari nei quali Egli ha avuto compiti di grande rilievo e responsabilità, fra i tanti che, per essere stati suoi allievi o collaboratori, hanno fruito dei suoi preziosi insegnamenti e consigli ed infine fra tutti coloro — e sono molti — che hanno avuto comunque modo di apprezzare l'acutezza del suo ingegno, la vastità e l'elevatezza del suo sapere, il suo assoluto disinteresse, la nobiltà del suo animo e dei suoi sentimenti, e la sua grande bontà.

Pochi uomini di scienza hanno avuto la meritata popolarità di cui godeva l'illustre Estinto.

Noi dell'AEI lo ricordiamo Presidente della Sezione di

« In poco più di un secolo gli scienziati ed i tecnici hanno imparato a conoscere, a dominare e sfruttare i fenomeni derivanti dal flusso di elettroni nei conduttori. Ma pochi decenni appena sono bastati per compiere il miracolo di operare direttamente sugli elettroni singoli e per trarre partito dai peculiari fenomeni che sono connessi con il loro passaggio attraverso le superfici di separazione di fasi diverse.

« Ed ecco le cellule fotoelettriche ed i raddrizzatori a secco trascinare gli elettrotecnici, volenti o nolenti, nel campo delle più astruse concezioni della fisica teorica, nel campo prestigioso e pericoloso di una fisica che tenta di conquistare il suo vero carattere di universalità svincolandosi dalla secolare subordinazione di tutte le sue parti ad una, che era determinata dalle tradizionali rap-



Napoli nel triennio 1932-1934, in cui fu promotore ed animatore della Riunione Annuale che nel 1933 ebbe per sede la capitale partenopea; vice Presidente Generale nel triennio 1933-1935 e nel quadriennio 1939-1942 e Presidente Generale dal 1936 al 1938.

In quegli undici anni le Sue occupazioni erano già molteplici e particolarmente impegnative, anche per le grandi responsabilità che comportavano: ciò malgrado Egli si dedicò con grande amore e con tanta passione al progresso del nostro antico Sodalizio al quale apparteneva sin dal 1920.

Ricordo il successo delle Riunioni Annuali di Roma, Bari e Torino alle quali partecipò tanto attivamente e che ebbero luogo nel triennio in cui resse le sorti dell'AEI.

Nel discorso inaugurale del Convegno di Bari svoltosi nel 1937, mi colpì una Sua digressione sulle prospettive che lo studio teorico e sperimentale della struttura dell'atomo e del nucleo atomico offrivano agli elettrotecnici nel campo della produzione di energia e delle applicazioni allo studio dei materiali isolanti e dei semiconduttori.

Mi piace ripetere qui le parole pronunciate dal Maestro in quella occasione, poco meno di un quarto di secolo fa:

« presentazioni meccanicistiche. Si ricerca così una rappresentazione forse più generale, certo più onesta, del mondo fisico esterno. Rappresentazione che non ha soltanto il pregio di essere filosoficamente più corretta, ma anche l'insperato merito di essere altrettanto, se non più, feconda di risultati di quel che non fosse la vecchia rappresentazione meccanicistica.

« Nuovi ed angosciosi problemi si pongono così ed investono gli atteggiamenti più intimi del nostro spirito indagatore e le norme fondamentali della nostra azione di insegnanti ».

E dopo aver evocato una immaginosa rappresentazione data da Compton del nucleo atomico, così conclude:

« Per noi non è il metodo che conta, contano bensì la fede nel metodo e la ansiosa ricerca della verità. Così attendiamo fidenti il giorno del nuovo prodigio, che sarà quello del nostro dominio sulle energie interatomiche ».

Il prof. Giordani si è sempre dedicato con grande passione allo studio della struttura intima della materia e le sue meditazioni su questa affascinante branca della fisica lo avevano condotto già alcuni anni prima della Riunione di Bari alla conclusione che a scadenza più o meno

breve le enormi riserve di energia contenute nel nucleo atomico avrebbero potuto essere utilizzate.

Come non collegare questa sua fede, che aveva radici così profonde nella vastità delle sue conoscenze, con il fatto che Egli fu il primo Presidente del nostro Comitato Nazionale per le Ricerche Nucleari?

Quale Uomo di Scuola e Maestro di folte schiere di discepoli, Francesco Giordani conservò sempre una speciale predilezione per l'Istituto di Elettrochimica dell'Ateneo napoletano, che Egli diresse agli inizi della Sua carriera di professore universitario, anche quando lasciò la cattedra omonima per quella di Chimica generale ed inorganica.

La versatilità e l'acutezza dell'ingegno, la preparazione eccezionale, il senso pratico, il più scrupoloso disinteresse, hanno conferito a Giordani un prestigio ed una autorità che lo hanno posto sempre al disopra della mischia. A questa autorità si è fatto largamente appello da ogni parte per affidargli, come ho già ricordato, compiti altamente direttivi e di grande responsabilità sia in campo scientifico sia in campo industriale, per cui molto lungo sarebbe l'elenco delle cariche che Egli ha ricoperto; ne cito a caso qualcuna: Presidenza dell'Istituto per la Ricostruzione Industriale (che ha assunto le proporzioni del massimo organismo industriale del nostro Paese), Presidenza del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Presidenza dell'Accademia dei Lincei, ecc. Tutti lo ricordiamo come uno dei « Tre Saggi » che, insieme ai proff. Armand ed Etzel formularono la fondamentale relazione: « Un obiettivo per Euratom ». È stato inoltre consulente della Banca d'Italia per la quale ha svolto incarichi di grande impegno e delicatezza tanto in Italia come all'estero. Ha fatto parte di una quantità di organismi scientifici, tecnici ed economici internazionali.

Se ho fatto cenno della molteplicità e della varietà dei compiti che gli vennero affidati è per ricordare che quando, volente o nolente, Giordani assumeva una carica, si impegnava a fondo nello svolgimento dei compiti ad essa relativi e lo faceva senza risparmio di energie e — debbo anche aggiungere — senza badar troppo al superamento dei limiti di elasticità della sua resistenza. D'altro canto, il peso che Gli derivava dagli impegni stessi se da un lato era alleviato dalla Sua eccezionale capacità di lavoro e rapidità di percezione, dall'altro veniva aggravato dal fatto che il suo scrupolo lo portava ad assumere di persona non solo la parte direttiva del lavoro, ma spesso anche una notevole quota di quella esecutiva.

Egli ha realizzato una sorta di miracolo riuscendo a svolgere tanti compiti pur mantenendo nello stesso tempo il più stretto contatto con il progresso vertiginoso della scienza e della tecnica in tante branche diverse. Testimonianza indiscutibile di questo « miracolo » sono le numerosissime conferenze, relazioni e memorie che Egli preparava con scrupolo, minuziosamente, di persona.

Questo « miracolo » è stato reso possibile soltanto dalle sue doti eccezionali e dalla volontà sua congiunta al

più assoluto spirito di sacrificio e al più puro disinteresse per ogni personale convenienza.

Malgrado l'enorme carico di lavoro che pesava sulle sue spalle, il volto di Giordani esprimeva sempre francescana serenità, e chi aveva consuetudine di rapporti con Lui non si accorgeva mai del tormento interiore che tante incombenze e responsabilità gli imponevano. Egli non dava mai segni di impazienza, arrivava a tutto senza fretta. Solo eccezionalmente si discostava da questa esemplare serenità e quando ciò avveniva si trattava di un transitorio... a decorso molto rapido nel tempo.

Si rammaricava spesso per non potersi dedicare di più allo studio ed alla sperimentazione che tanto lo hanno attratto sin dalla giovinezza. Questo suo « cruccio », se così si può chiamarlo, Egli esprime chiaramente quando fu chiamato alla Presidenza del Comitato Nazionale per le Ricerche Nucleari. Nell'accettare la nomina, in un discorso pronunciato in sede ufficiale, Egli infatti non mancò di sottolineare, con una punta di nostalgia, che i compiti di carattere organizzativo inerenti alla costituzione, all'avvio ed alla amministrazione del nuovo Ente lo avrebbero posto a contatto di una quantità di problemi del più alto interesse scientifico e tecnico, ma anche nella necessità di affidare ad altri la loro trattazione, essendo Egli impegnato nei compiti ora ricordati, per la loro natura molto meno interessanti per un uomo di scienza.

La modestia costituiva parte sostanziale, dirò così « nativa », del carattere di Giordani eppertanto era genuina: ad essa si ispiravano ogni suo atto ed i rapporti che intratteneva con *tutti*.

Il Suo disinteresse andava molto al di là di quanto comportava il dovere inteso nel senso più restrittivo e rigoroso: è noto che per la maggior parte delle cariche ricoperte non percepiva emolumenti e per le altre il trattamento economico si limitava a cifre molto modeste.

La Sua scomparsa prematura, a soli 65 anni, è dovuta con ogni probabilità al logorio conseguente ad un impegno di lavoro eccezionalmente intenso e senza soste. I primi sintomi di cedimento della Sua resistenza si manifestarono nell'estate del 1958, ma Egli non volle tenerne conto nè contenere la sua attività nei limiti che la scienza medica indicava. Ricordo che in un colloquio avuto con Lui un anno e mezzo fa, aggiunti le mie premure a quelle di altri colleghi, perchè si concedesse il lungo periodo di *riposo totale* che i medici vivamente consigliavano: mi sono ben presenti i termini testuali della Sua breve e secca risposta: « Amico mio, accada pure quel che deve accadere, ma io in poltrona non mi ci metto ». Queste parole Egli pronunciò allargando le braccia e volgendo in alto lo sguardo in un gesto tipico che ricorreva in lui quando trattava di questioni che non ammettevano altra soluzione.

Con Francesco Giordani scompare non soltanto un Uomo di scienza, un Maestro, un Realizzatore ed un Animatore impareggiabile, ma anche un esempio che — oggi più che mai — va additato alle nuove generazioni.

LUCE NATURALE E LUCE ARTIFICIALE

IGINIO LUCCHI (*)

L'A. esamina gli elementi su cui basare un giudizio dell'effetto luminoso d'un impianto d'illuminazione, quali: colore della luce, abbagliamento, costanza e frequenza della corrente alternata di alimentazione, soffermandosi particolarmente sulla costanza della luce. Viene fatto rilevare come l'aggiunta d'una reattanza in serie con una lampada ad incandescenza faccia aumentare l'ampiezza della pulsazione della luce emessa, rispetto all'inserzione diretta, mentre per una lampada a vapore di mercurio contribuisca a stabilizzare la luce. Effetti analoghi produce l'alimentazione in serie delle stesse lampade attraverso appositi regolatori della corrente erogata alle lampade.

PREMESSE.

In un precedente articolo (1) è stato stabilito un confronto fra le illuminazioni: artificiale e naturale, da un punto di vista strettamente quantitativo, dimostrando come l'occhio sia proporzionato piuttosto ai livelli ridotti ma controllabili della luce artificiale, che a quelli abbondanti della luce naturale, ma soggetti a vincoli: d'orario, d'ambiente e di stato atmosferico.

L'argomento ha un'importanza notevole in considerazione della corsa sfrenata verso gli alti livelli d'illuminamento, che si tende di codificare per i nuovi impianti e per gli scopi più svariati. Nel presente articolo l'A. si propone invece di mostrare come la qualità della luce sia più importante della quantità, agli effetti della visibilità degli oggetti, avuto riguardo all'agio visivo ed all'economia degli impianti. Infatti, pur ammettendo la gratuità della luce naturale, la sua utilizzazione razionale impone tante limitazioni costruttive da rendere molto arduo il compito dei progettisti di edifici ed in definitiva molto costosa la realizzazione dei medesimi.

La tendenza edilizia moderna è di assicurare agli utenti la visione d'un lembo di cielo, possibilmente dal proprio posto di lavoro, senza lucrare troppo sulla luce che da quel lembo può arrivare sul piano di lavoro, bensì integrandola con luce artificiale ben dosata, soprattutto come qualità. Infatti, è frequente il lamento del mal di capo prodotto dalla luce artificiale, mentre è risaputo che spesso è la conseguenza diretta d'un'intensa giornata lavorativa, passata alla luce naturale e che si vuol prolungare con la luce artificiale, in barba a tutte le prescrizioni igieniche ed ai patti di lavoro.

La qualità della luce artificiale può essere giudicata in base alle seguenti caratteristiche: colore, abbagliamento, costanza e frequenza della corrente alternata che alimenta la lampada.

COLORE.

Il giudizio sul colore d'una luce non può essere disgiunto dal valore dell'illuminamento prodotto sul piano di osservazione. L'aspetto d'una luce è infatti molto diverso a seconda che si vede per fotopia o per scotopia; nel primo caso la retina valorizza le radiazioni attorno al giallo e nel secondo quelle attorno al verde.

La luce del sole di pieno meriggio appare tendente al giallo, mentre di notte (dopo la riflessione lunare ad esempio) dà al paesaggio una tonalità fredda, tendente al bleu.

(*) Dr. ing. IGINIO LUCCHI, Capo Sezione dell'Ufficio Tecnico Comunale di Milano.

Le curve di fig. 1 danno la sensibilità relativa della retina alle varie frequenze delle radiazioni visibili, posta uguale a 100 la massima, a parità di contenuto energetico delle

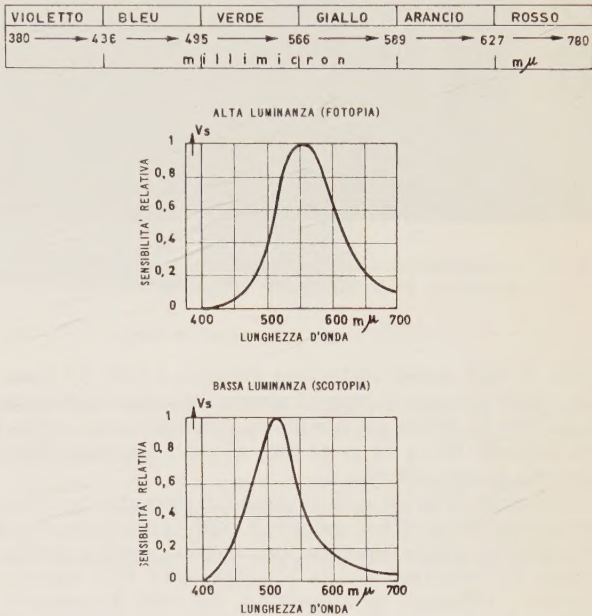


Fig. 1. — Curve di sensibilità cromatica dell'occhio.

single radiazioni. La luce d'una lampada ad incandescenza di modesta potenza può apparire bianca, se osservata in ambiente chiuso al riparo d'ogni altra luce, perchè l'occhio è molto sensibile al sia pur modesto contenuto di radiazioni verdi del suo spettro luminoso, mentre appare decisamente gialla se esposta alla luce diurna, perchè la sensibilità massima dell'occhio allora si sposta verso il giallo, a danno degli altri colori.

Di questi fatti si deve tener conto nell'illuminazione artificiale d'una galleria per traffico viabilistico veloce. Durante il giorno conviene che la galleria sia illuminata con lampade fluorescenti a luce piuttosto calda (3 500 °K) perchè venendo dall'esterno molto illuminato i conducenti hanno la retina adattata per la massima sensibilità nel giallo, mentre di notte si può tollerare una luce più fredda (ad es. 4 500 °K). Questa soluzione implica l'installazione di due impianti d'illuminazione distinti, che si alternano durante il giorno e la notte.

Il sottopasso ferroviario fra Viale Brianza e Viale Lunigiana (fig. 2) è stato illuminato con questi criteri, usando 552 tubi fluorescenti (da 1,80 m e 56 W, corrispondenti a 3 800 lumen ciascuno) durante il giorno e da 76 tubi (da 1,20 m e 40 W, corrispondenti a 2 300 lumen ciascuno) durante la notte; le tonalità di luce essendo quelle dette sopra.

L'effetto visuale è stato veramente confortevole, poichè di giorno si passa dal regime solare di 100 000 lux all'esterno, ai 300 lux dei due imbocchi delle gallerie, senza alcun disturbo visivo, soprattutto perchè la tonalità della luce è apparentemente la stessa, sebbene la tem-

peratura di colore del sole sia di 5 600 °K. Quando il cielo è coperto, appena la luce esterna scende al disotto di 5 000 lux un dispositivo a cella fotoelettrica provvede a distaccare 368 tubi, riducendo il flusso luminoso ad $1/3$ del valore massimo, corrispondente ad una sola fila con-

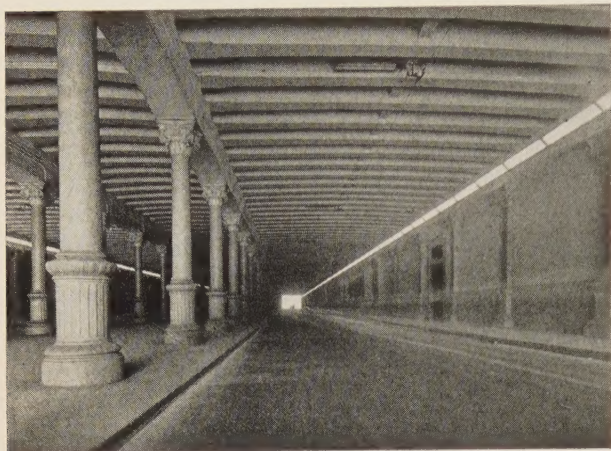


Fig. 2. — Illuminazione diurna del sottopasso ferroviario fra Viale Brianza e Viale Lunigiana, lunghezza 200 m.

tinua di tubi accesi sotto ogni galleria. I tubi ad inserzione intermittente durante il giorno sono distribuiti sotto le gallerie in modo da rinforzare l'illuminazione verso i due ingressi, fino a 15 m da essi, al resto provvede direttamente la luce esterna.

L'impiego delle lampade a vapore di mercurio per l'illuminazione diurna d'una galleria a traffico veicolare non è consigliabile perchè darebbe una tonalità troppo fredda, quindi in contrasto con la tonalità della luce esterna, mentre è tollerato, in alternativa coi tubi fluorescenti, l'uso delle lampade al sodio. Le lampade a vapore di mercurio potrebbero essere usate, durante il giorno, per illuminare un sottopasso pedonale, dove un'interruzione momentanea della corrente, anche provocando la sospensione della luce per qualche minuto (il tempo occorrente per il reinnescimento della scarica nella lampada, che nel frattempo si sarà raffreddata) non può portare seri inconvenienti al traffico pedonale.

Per maggior sicurezza le gallerie pedonali dovrebbero essere equipaggiate con lampade d'emergenza, alimentate mediante batteria d'accumulatori; la scarsa illuminazione in tal caso non è di grave danno, in relazione alla modesta velocità del traffico pedonale. Di scarsa efficacia sarebbe invece l'illuminazione con accumulatori d'una galleria a traffico veicolare, sia per la notevole velocità di questo per di più proveniente da strade illuminate dalla luce diurna, sia perchè gli automezzi sono già provvisti di fari propri ad accumulatori.

Un esempio d'illuminazione diurna d'un passaggio pedonale è indicato in fig. 3; esso si riferisce ad un passaggio sotto il Viale Palmanova a Milano. Nessuna graduazione della luce è qui prevista verso i due imbocchi e per cielo sereno oppure nuvoloso; solo i tubi su un lato si spengono durante la notte.

Per l'illuminazione stradale negli abitati il livello raramente supera i 20 lux medi, mentre di regola è sui 10 lux medi; la percezione dei colori a questi livelli d'illuminazione non è più molto sicura, per cui le lampade ad incandescenza e quelle a scarica nel vapore di mercurio (siano esse tubolari od a bulbo fluorescente) sono usate promiscuamente, con una certa preferenza per le prime, quando la potenza unitaria è minore di 4 000 lumen [13] e per le seconde al disopra di 5 000 lumen (fig. 4).

La possibilità d'usare lampade ad incandescenza per

tensione ridotta, alimentate in serie a corrente costante, rappresenta un vantaggio per le lampade ad incandescenza; la luce emessa è infatti tanto più bianca quanto maggiore è il diametro del filamento.

Per l'illuminazione delle autostrade si contendono il campo le lampade a vapore di mercurio (fig. 5) e quelle al sodio; queste unicamente perchè godono fama di penetrare la nebbia più d'ogni altro tipo di lampada. Sulla facoltà di penetrazione della nebbia della luce gialla delle lampade al sodio si è molto discusso e sperimentato, onde riuscire a valutarla numericamente, senza arrivare a risultati tuttavia molto convincenti [2]. Più che altro si tratta d'un effetto psicologico, di maggior contrasto fra parti in luce e parti in ombra, connesso con la luce monocromatica, per cui si ha l'impressione di discernere gli oggetti illuminati, nei dettagli, con maggiore chiarezza.

ABBAGLIAMENTO.

È un fenomeno soggettivo di disturbo dell'occhio che, nell'illuminazione stradale notturna, è particolarmente sentito perchè le sorgenti luminose si proiettano sul fondo scuro del cielo, cioè nelle condizioni più favorevoli per impressionare la retina. È però sempre molto difficile valutare l'entità del disturbo, variando esso molto da caso a caso, per cui un riferimento all'impressione dell'occhio medio può trarre in inganno il singolo osservatore, tanto che non è difficile avere opinioni diverse su un impianto d'illuminazione, sentendo diversi osservatori.

Generalmente si tende a ridurre l'entità dell'abbagliamento mettendo le sorgenti di luce molto alte sul piano d'osservazione, tenendo presente che l'allineamento delle lampade può essere di guida per il conducente d'un veicolo veloce, specialmente quando l'atmosfera nebbiosa

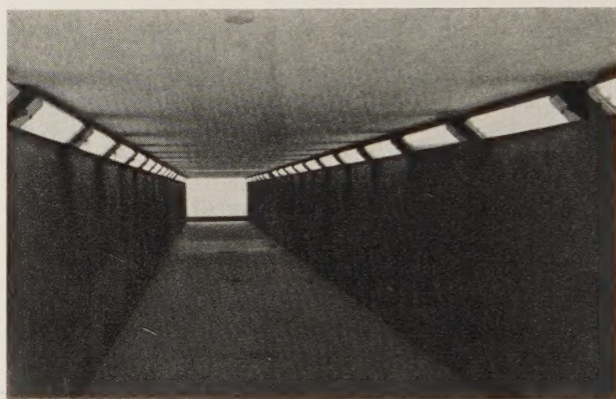


Fig. 3. — Illuminazione diurna d'un sottopasso pedonale del Viale Palmanova. Lunghezza 45 m.

ostacola la visione del fondo stradale su un'adeguata distanza. Infatti la distanza fra le lampade non dovrebbe mai superare la massima distanza a cui si vedono contemporaneamente accese due lampade successive, anche con la nebbia più fitta, in modo da apprezzare in anticipo le eventuali deviazioni della strada dall'andamento rettilineo. La distanza di sicurezza fra le lampade non dovrebbe mai superare 40 m, in aperta campagna, e 25 m nei centri abitati; pertanto, l'altezza delle lampade dovrebbe essere di circa 10 m sul piano stradale nel primo caso e di 8,50 m nel secondo. Se non vi sono altre ragioni ambientali (presenza di piante, ad es.) od estetiche da rispettare, non c'è ragione per correre l'alea d'un abbagliamento fastidioso mettendo le lampade stradali ad altezze minori di quelle ora indicate.

Le lampade nude sono sempre da evitare, tanto per l'illuminazione degli interni che delle strade, per molte ragioni, oltre quella dell'abbagliamento. Lo studio del-

l'apparecchio illuminante va fatto in vista dell'applicazione d'una lampada ad ogni caso particolare, in modo diverso, a seconda che il montaggio deve essere fatto all'aperto, per illuminare una strada o la facciata d'un edi-

cente d'autoveicolo per 600 m, cioè per tutta la lunghezza del ponte, ad un'altezza da terra di circa 1 m. L'impianto d'illuminazione è stato giudicato da molti abbagliante, sebbene i tubi fluorescenti non abbiano notoria-



Fig. 4. — Illuminazione di Via dei Giardini. Lampade a vapore di mercurio da 250 W.

ficio, oppure all'interno per illuminare un ambiente: di lavoro, di riposo, di soggiorno o di divertimento.

Si tratta molte volte di risolvere questioni di buon gusto, che finiscono per avere un'influenza considerevole anche sulla qualità della luce e quindi sulla scelta d'un tipo di lampada, invece d'un altro.

A tale concetto s'è ispirata la scelta dell'illuminazione

mente tale difetto, perchè l'occhio giudica la luce dall'apparecchio illuminante, più che dalla lampada, molte volte invisibile.

D'altra parte se si cerca di ridurre l'abbagliamento dei tubi con un'adatta schermatura si perde l'effetto della linea continua luminosa ed anche l'aspetto d'insieme risulta pregiudicato. Il sovrappasso di S. Cristoforo è stato



Fig. 5. — Illuminazione di Via Scarampo. Lampade a vapore di mercurio da 250 W a 10 m d'altezza.

a parapetto del sovrappasso autostradale di Viale Certosa (fig. 6) dove, per ragioni estetiche è stato escluso l'impiego di lampioni sui due lati del ponte e la sorgente luminosa tubolare è stata incassata nel corrimano del parapetto, appositamente sagomato. La linea luminosa continua, da ambo i lati del ponte, accompagna il condu-

illuminato (fig. 7) con due file di tubi, a circa 3 m dal piano stradale, utilizzando le due fiancate esterne del ponte di ferro; la maggior altezza dei tubi, rispetto al caso precedente, oltre a rendere più uniforme la distribuzione della luce in senso trasversale alla strada elimina l'effetto d'abbagliamento dei tubi, pur avendo usato lo

stesso apparecchio illuminante, senza schermatura, del cavalcavia di Viale Certosa a Milano.

In base a tolleranze sull'abbagliamento stabilite sperimentalmente, sono stati determinati i rapporti ottimi fra le luminanze della sorgente di luce, dello sfondo e del piano d'osservazione, in funzione dell'illuminamento di

tista tutte le volte che desidera introdurre qualche innovazione negli impianti di illuminazione stradale. La coesistenza di sistemi vecchi e nuovi diventa allora la regola nelle grandi città, dove la sostituzione dei primi coi secondi può avvenire solo gradualmente, secondo periodi almeno ventennali. Naturale quindi, come in periodi di

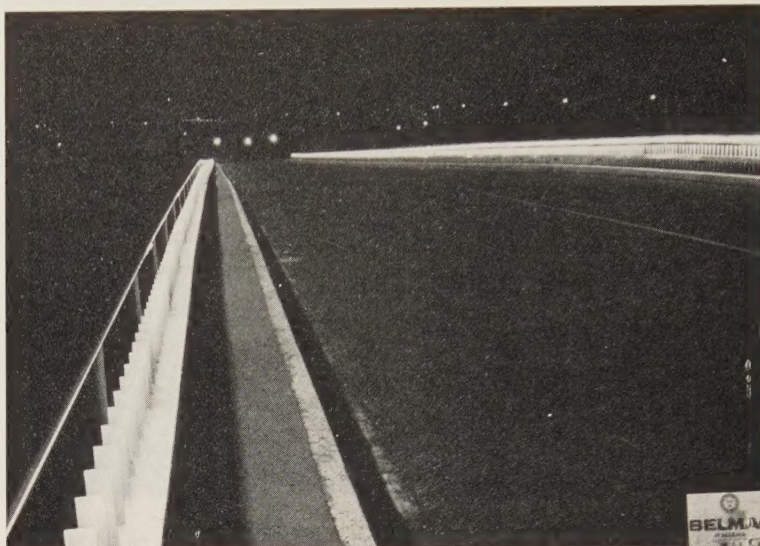


Fig. 6. — Parapetti luminosi del sovrappasso autostradale del Ghisallo (sopra il Viale Certosa).

questo, che consentono di controllare l'efficienza d'un impianto d'illuminazione interno, già in sede di progetto. La stessa cosa non si può fare per un impianto d'illuminazione stradale, dove il fondo è nero (manto bitumato di finitura), le piante col loro fogliame hanno effetti diversi a seconda delle stagioni dell'anno, gli edifici hanno colori differenti lungo una stessa strada ed il cielo cupo

transizione come l'attuale l'aspetto dell'illuminazione pubblica d'una città possa presentare una notevole varietà da punto a punto, in contrasto con le norme più elementari dell'unificazione.

COSTANZA.

È senza dubbio la qualità che si può pretendere con

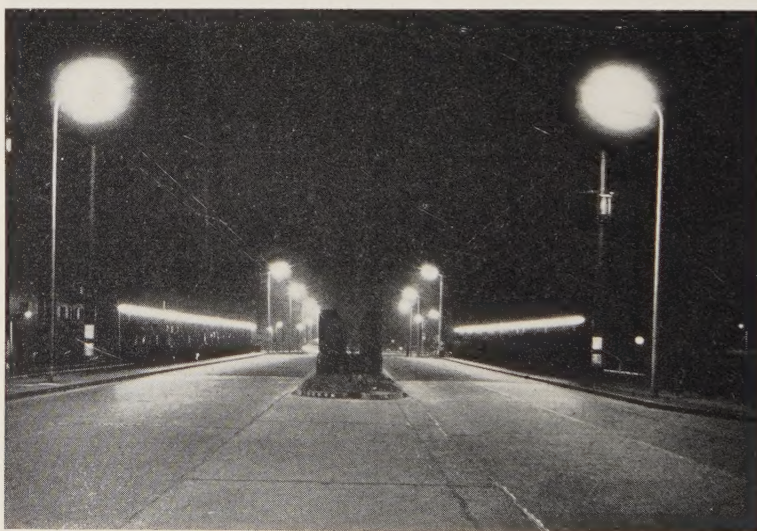


Fig. 7. — Fiancate luminose del ponte in ferro di S. Cristoforo (sopra il Naviglio Grande).

esclude la possibilità di effetti di luce indiretta. La distribuzione della luce, unicamente regolata dall'apparecchio illuminante, deve allora essere studiata sul posto, in grandezza naturale, senza l'ausilio di modelli in scala ridotta, come si fa generalmente in altri rami della tecnica.

Tutto ciò complica notevolmente il compito del proget-

tista maggiore severità da un impianto d'illuminazione artificiale e che si può anche trattare tecnicamente con la massima precisione, in relazione ai compiti a cui l'impianto deve soddisfare. L'occhio, per sua natura, non avverte variazioni brusche dell'illuminamento in un ambiente anche del 25 %, certamente superiori alle variazioni del-

l'ampiezza delle pulsazioni della tensione della rete di distribuzione dell'energia elettrica, dipendenti dalle variazioni di carico da istante ad istante. La regolazione automatica della tensione di rete consente ora di ridurre al minimo l'ampiezza delle pulsazioni della tensione; interessa tuttavia conoscere come si comportano i vari tipi di lampada alle pulsazioni della tensione di rete.

a) *Lampade ad incandescenza*. — La caratteristica d'accensione d'una lampada a filamento incandescente è rappresentata dalle equazioni:

$$(1) \quad U = k \cdot I^n \quad A = n \cdot P^r +$$

Dove U è la tensione applicata, I la corrente assorbita, A l'illuminamento su una superficie comunque disposta, purché fissa, P la potenza dispersa dal filamento, mentre k , n , b ed r sono costanti sperimentali.

Poiché $P = U \cdot I$, si può esprimere la variazione percentuale, rispetto ad un dato valore medio, ΔA , in funzione dei corrispondenti valori ΔP , ΔU e ΔI :

$$(2) \quad \frac{\Delta A}{A} = r \cdot \frac{\Delta P}{P} = r \cdot \frac{I \cdot \Delta U + U \cdot \Delta I}{U \cdot I}$$

ossia

$$(3) \quad \frac{\Delta A}{A} = r \cdot \left(\frac{\Delta U}{U} + \frac{\Delta I}{I} \right)$$

risulta

$$(4) \quad \Delta U = n \cdot k \cdot I^{n-1} \cdot \Delta I$$

per cui

$$(5) \quad \frac{\Delta A}{A} = r \left(\frac{\Delta U}{U} + \frac{1}{n} \cdot \frac{\Delta U}{U} \right) = r \cdot \left(1 + \frac{1}{n} \right) \cdot \frac{\Delta U}{U}$$

Ora, per una lampada ad incandescenza, $n = 1,70$ a $1,75$ ed $r = 2,30$ a $2,35$, per cui il fattore di moltiplicazione dell'ampiezza della pulsazione della tensione, che permette di calcolare il corrispondente valore dell'illuminamento della lampada, è rappresentato dall'equazione:

$$(6) \quad Q = r \cdot \left(1 + \frac{1}{n} \right) = 3,64 \quad \text{mediamente.}$$

Invece per una lampada in serie con altre, alimentata a corrente costante attraverso un regolatore a bobina mobile oppure a risonanza, la pulsazione ΔA si potrà calcolare in base alla pulsazione ΔI nella corrente assorbita dalle lampade, ammessa dal regolatore.

Si ottiene:

$$(7) \quad \frac{\Delta A}{A} = r \cdot (1 + n) \cdot \frac{\Delta I}{I}$$

ed il nuovo fattore di moltiplicazione risulta espresso dalla relazione

$$(8) \quad Q = r \cdot (1 + n) = 6,2.$$

b) *Lampade a scarica nel vapore di mercurio a media pressione*. — La caratteristica d'accensione è rappresentata dalle equazioni [3]:

$$(9a) \quad u = a + \frac{c}{\sqrt{I}}$$

$$(9b) \quad A = h \cdot P^s$$

dove u è la tensione di lampada, che si può ritenere costante al variare della corrente I (in misura modesta) ri-

spetto al valore nominale della lampada. Infatti, per una piccola variazione ΔI della corrente, la potenza dissipata nella lampada varia nella stessa misura e nello stesso senso; si osserva, allora, una variazione della pressione e del grado di ionizzazione del vapore di mercurio con effetti opposti sulla tensione della lampada e tali praticamente da equilibrarsi. Nel caso particolare d'una piccola pulsazione della corrente è lecito introdurre la semplificazione $u = \text{costante}$. Per meglio chiarire tale ipotesi si riporta la Tab. I contenente una serie di misure eseguite su una lampada a vapore di mercurio in bulbo fluorescente, da

TABELLA I.

u volt	I ampere	W watt	A Lux	$u \cdot I$ VA	$\cos \lambda$ di lampada
124,5	2,85	307	1000	355	0,86
124	2,7	290	910	335	0,86
126,5	2,3	245	735	291	0,84
124,5	2,1	217	630	261	0,82
125	1,85	185	500	231	0,80
124	1,7	163	425	211	0,77

250 W, facendo variare la corrente del $\pm 25\%$ rispetto al valore nominale di 2,1 A; si osserva che la variazione massima della tensione di lampada è di appena $\pm 1\%$ rispetto al valore medio di 125,2 V e non è nemmeno in relazione col valore istantaneo della corrente. Da tener presente che il valore di ΔI considerato nel presente articolo non supera il 5 % del valore nominale mentre la tabella si riferisce al $\pm 25\%$.

Sulla stessa tabella sono indicati i watt assorbiti dalla lampada ed i lux raccolti da una fotocella in posizione fissa, in modo da avere valori relativi dell'intensità luminosa, per ogni valore della corrente.

Se la lampada è alimentata ad una tensione costante U attraverso una reattanza X , l'equazione di regime è:

$$U^2 = u^2 + (X \cdot I)^2$$

da cui

$$(10) \quad u^2 = U^2 - (X \cdot I)^2.$$

Allora, sapendo che il fattore di potenza intrinseco della lampada è praticamente costante, si ottiene:

$$(10 \text{ bis}) \quad \frac{\Delta A}{A} = s \cdot \frac{\Delta P}{P} = s \cdot \left(\frac{\Delta u}{u} + \frac{\Delta I}{I} \right)$$

e poichè

$$\frac{\Delta u}{u} = 0 \quad \text{e} \quad U \cdot \Delta U = X^2 \cdot I \cdot \Delta I$$

si ottiene

$$(11) \quad \frac{\Delta A}{A} = s \cdot \frac{\Delta I}{I} = s \cdot \frac{U^2}{U^2 - u^2} \cdot \frac{\Delta U}{U}.$$

Per $U = 220$ V, $u = 125$ V ed $s = 1,34$ si trova

$$s \cdot \frac{U^2}{U^2 - u^2} = 1,98.$$

Se invece la lampada è alimentata in serie a corrente costante, allora:

$$(12) \quad \frac{\Delta A}{A} = s \cdot \frac{\Delta I}{I} = 1,34 \cdot \frac{\Delta I}{I}.$$

I valori calcolati del fattore d'amplificazione dell'ampiezza della pulsazione della tensione di rete, o della cor-

rente di lampada, agli effetti dell'ampiezza dell'illuminamento della lampada su un piano prefissato, sono raccolti nella Tab. II.

TABELLA II.

Tipo di lampada	In derivazione	In serie
A filamento incandescente	$\pm 3,64 \cdot \frac{\Delta U}{U}$	$\pm 6,2 \cdot \frac{\Delta I}{I}$
A vapore di mercurio . .	$\pm 1,98 \cdot \frac{\Delta U}{U}$	$\pm 1,34 \cdot \frac{\Delta I}{I}$

Posto che la variazione massima dell'illuminamento tollerato dall'occhio è del $\pm 12,5\%$, si può calcolare nei vari casi l'ampiezza massima tollerata nel valore di $\Delta U/U$ di rete, o di $\Delta I/I$ di lampada.

Si nota subito che, a parità di $\Delta U/U$ o di $\Delta I/I$, le lampade a scarica nel vapore di mercurio danno minori variazioni nell'illuminamento di quelle ad incandescenza, specialmente se alimentate in serie attraverso un regolatore di corrente.

I valori di $\Delta U/U$ si devono ritenere del tutto casuali, sia come frequenza che come ampiezza; le pulsazioni più lente essendo di ampiezza maggiore di quelle più rapide. I valori di $\Delta U/U$ dipendono dal variare del carico sulla rete, e sono del tutto indipendenti dalla potenza assorbita dalla lampada in prova; l'inserzione di questa non deve avere alcuna influenza sulla tensione locale di rete.

I valori di $\Delta I/I$ nella lampada risentono, oltreché da $\Delta U/U$, anche dall'inerzia meccanica dei dispositivi di regolazione automatica della corrente di lampada. Di ciò si deve tener conto nel confrontare i risultati teorici, ora ottenuti, con quelli sperimentali che saranno considerati in seguito.

c) *Reattanza e fattore di potenza.* — La reattanza nel circuito delle lampade a scarica è necessaria per assicurare una differenza di potenziale agli elettrodi della lampada in anticipo sulla corrente, all'atto in cui questa passa per il valore nullo, tale da facilitare l'inversione del moto degli ioni nel tubetto di quarzo, appena la corrente cambia senso. Ciò contribuisce a mantenere acceso l'arco nei vapori metallici, passando da un semiperiodo al successivo.

La possibilità d'aumentare la reattanza in serie con la lampada è limitata dalla tensione di rete. Volendo aumentare U , in modo da ridurre il rapporto

$$\frac{U^2}{U^2 - u^2},$$

bisognerebbe sostituire il reattore semplice con un autotrasformatore a flusso disperso; questa soluzione viene usata quando v è maggiore di U (di rete) o quando u è di poco minore di U , allo scopo di stabilizzare il funzionamento di certe lampade a scarica.

Nelle lampade a vapore di mercurio a media pressione il fattore di potenza del circuito: lampada-reattore in derivazione è generalmente di 0,5 e non va confuso col fattore di potenza della lampada semplice (Tab. I), che ha un significato del tutto diverso.

Per correggere il fattore di potenza del circuito di lampada si può usare un condensatore di capacità adatta, in derivazione agli estremi del circuito, oppure in serie con la lampada ed il reattore, oppure addirittura un reattore a risonanza [4], detto anche reattore a « T ». In quest'ultimo caso la lampada viene a trovarsi in un circuito a corrente costante, paragonabile a quello d'un regolatore a bobina mobile, per impianti d'illuminazione in serie, però del tutto statico.

Disporre d'un mezzo diretto per regolare la corrente delle lampade a scarica, può essere un vantaggio purché consenta d'ottenere una pulsazione dell'intensità luminosa della lampada minore e una maggior tolleranza alle variazioni della tensione di rete.

L'aggiunta d'una reattanza in serie col filamento d'una lampada ad incandescenza fa aumentare l'ampiezza della pulsazione dell'intensità luminosa, per un dato valore di $\Delta U/U$, contrariamente a quanto si potrebbe pensare ragionando ad intuito. Infatti se U è la tensione di rete e u quella di lampada, l'equazione (10) è ancora valida e si trasforma facilmente nell'altra:

$$\begin{aligned} U^2 \frac{\Delta U}{U} &= u^2 \frac{\Delta u}{u} + \frac{X^2 \cdot I^2}{n} \cdot \frac{\Delta u}{u} = \\ &= u^2 \frac{\Delta u}{u} + \frac{U^2 - u^2}{n} \cdot \frac{\Delta u}{u} \end{aligned}$$

ossia

$$\frac{\Delta u}{u} = \frac{n \cdot u^2}{U^2 + (n - 1) \cdot u^2} \cdot \frac{\Delta U}{U}.$$

Sostituendo quest'ultima espressione nella equazione (5), valida per $U = u$, si ottiene l'equazione più generale:

$$(13) \quad \frac{\Delta A}{A} = r \cdot \left(1 + \frac{1}{n} \right) \cdot \frac{n \cdot U^2}{U^2 + (n - 1) \cdot u^2} \cdot \frac{\Delta U}{U}$$

che riprende la forma (5) quando si faccia $U = u$, cioè si abolisca la reattanza. Posto $U = 220$ V e $u = 125$ V, con gli stessi valori di n e di r usati in precedenza, si ottiene:

$$(14) \quad \frac{\Delta A}{A} = 5,02 \cdot \frac{\Delta U}{U}$$

cioè il fattore d'amplificazione di $\Delta U/U$ è maggiore del valore 3,64 trovato senza reattanza in serie, con la sola lampada ad incandescenza.

Agli effetti della pulsazione della luce prodotta da una lampada ad incandescenza, l'alimentazione di questa attraverso un reattore a risonanza, oppure un regolatore a bobina mobile, equivale ad aggiungere in serie con la lampada una reattanza di valore appropriato.

Se invece d'una reattanza, si mette in serie con la lampada ad incandescenza una resistenza R , l'equazione del circuito diventa:

$$(15) \quad U = u + R \cdot I$$

e l'ampiezza della pulsazione dell'intensità luminosa si calcola con la formula:

$$(16) \quad \frac{\Delta A}{A} = r \cdot \left(1 + \frac{1}{n} \right) \cdot \frac{n \cdot U}{(n - 1) \cdot u + U} \cdot \frac{\Delta U}{U}.$$

Posto ancora: $U = 220$ V e $u = 125$ V, con gli stessi valori di n e di r , si ottiene:

$$(17) \quad \frac{\Delta A}{A} = 4,4 \frac{\Delta U}{U}.$$

Pertanto, data l'ampiezza della pulsazione della tensione sulla rete, la minima ampiezza della pulsazione luminosa si ottiene alimentando la lampada ad incandescenza direttamente dalla tensione di rete.

Al contrario, in una lampada a vapore di mercurio, a

parità d'ampiezza della pulsazione della tensione di rete, si ha una pulsazione della luce d'ampiezza minore con l'aumentare della reattanza in serie con la lampada. Ciò risulta dall'equazione (11), infatti il rapporto $U^2/(U^2 - u^2)$ tende all'unità con l'aumentare di U rispetto a u .

Anche per l'alimentazione delle lampade a bulbo in serie vale la stessa regola, poichè l'equazione (12) può essere sostituita dalla (11), quando per U s'intenda la tensione fornita dal regolatore di corrente (secondario del trasformatore a bobina mobile, oppure nel nodo del reattore a risonanza).

Il rapporto $U^2/(U^2 - u^2)$ tende all'infinito per $U = u$ (cioè escludendo la reattanza in serie), ossia la corrente nella lampada diventa instabile. Ciò avviene tanto per l'alimentazione in serie che per quella in derivazione, talchè la stabilizzazione della corrente in una lampada a vapore di mercurio è definita unicamente dal valore della reattanza in serie con la lampada.

d) *Risultati pratici.* — In fig. 8 sono raccolti alcuni grafici dell'intensità luminosa d'una lampada a vapore di mercurio o ad incandescenza in funzione del valore istantaneo della tensione di rete, per i diversi casi esaminati nel corso di ricerche sperimentali. I singoli grafici estesi

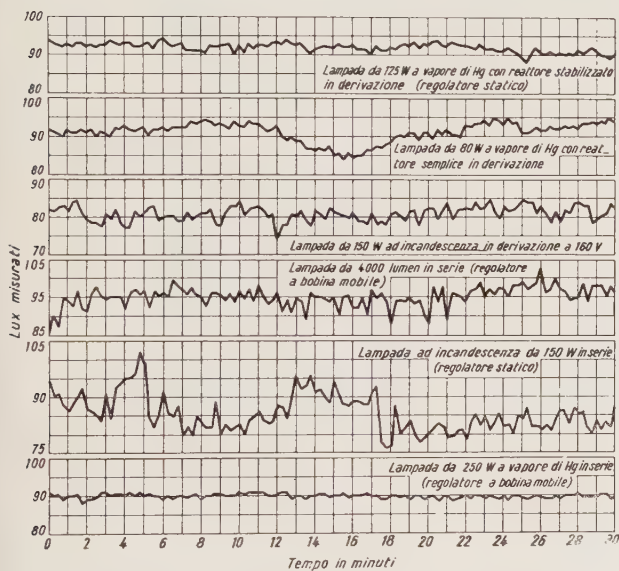


Fig. 8. — Pulsazioni luminose (non contemporanee) di diverse lampade al variare della tensione di rete.

tutti ad un periodo di 30 min, non sono confrontabili fra di loro perchè rilevati in tempi diversi, con valori di $\Delta U/U$ sulla rete diversi. I grafici appaiono tuttavia più accidentati per le lampade ad incandescenza che per quelle a vapore di mercurio a media pressione. Inoltre, mentre l'alimentazione in serie contribuisce alla costanza per le lampade a vapore di mercurio, essa esalta le pulsazioni della luce nelle lampade ad incandescenza, precisamente come prevede la teoria suesposta e contrariamente alle comuni credenze.

Per eseguire un confronto più preciso dei risultati sperimentali con le formule indicate, è stato calcolato lo scarto quadratico medio dell'intensità luminosa (ricavato da 121 letture successive alla distanza di 15 s) in rapporto al valore medio, mettendolo in relazione con lo scarto quadratico medio dei valori istantanei della tensione di rete, misurati contemporaneamente. Si sono ottenuti i valori indicati nella Tab. III.

I valori numerici della Tab. III sono sensibilmente minori, per le lampade ad incandescenza, dei corrispondenti valori della Tab. II, perchè nella teoria non si è tenuto conto dell'inerzia termica del filamento incandescente, che segue con un certo ritardo le variazioni della

tensione applicata, quando questa varia di poco rispetto al valore medio di regime.

TABELLA III. — Valori di $\frac{\Delta A}{A}$.

Tipo di lampada	In derivazione a tensione costante	In serie a corrente costante	
		con regolatore a bobina mob.	con regolatore a risonanza
A filamento incandescente	$\pm 2,75 \frac{\Delta U}{U}$	$\pm 2,715 \frac{\Delta U}{U}$	$\pm 5 \frac{\Delta U}{U}$
A vapore di mercurio	$\pm 1,97 \frac{\Delta U}{U}$	$\pm 1,83 \frac{\Delta U}{U}$	$\pm 1,77 \frac{\Delta U}{U}$

Inoltre, per le lampade in serie i valori di $\Delta A/A$ sono riferiti a $\Delta I/I$ nella teoria ed a $\Delta U/U$ nei rilievi sperimentali. In due serie di misure, eseguite su una lampada a vapore di mercurio a media pressione, da 1000 W, alimentata attraverso un regolatore a bobina mobile con la corrente costante di 8,2 A (fig. 9), sono stati trovati i seguenti valori:

$$\frac{\Delta I}{I} = 0,72 \cdot \frac{\Delta U}{U} \quad \text{e} \quad \frac{\Delta I}{I} = 1,2 \cdot \frac{\Delta U}{U}$$

nel primo caso lo spostamento della bobina mobile sembra aver avuto un effetto positivo nel diminuire l'ampiezza della pulsazione della tensione di rete, mentre nel secondo l'effetto sarebbe negativo. Praticamente è piuttosto dubbia l'azione del regolatore a bobina mobile nello smorzare le pulsazioni della tensione di rete, anche perchè il reattore a risonanza, che sicuramente non esercita

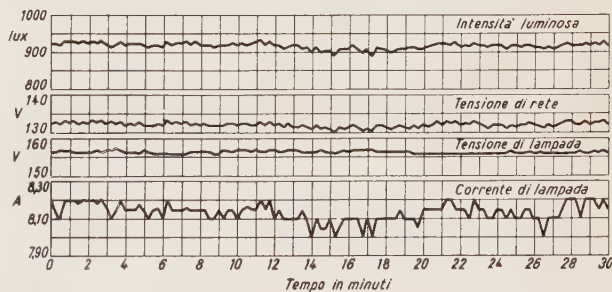


Fig. 9. — Pulsazione luminosa d'una lampada a vapore di mercurio da 1000 W, alimentata in serie.

tale smorzamento, non presenta differenze sostanziali di comportamento rispetto al regolatore a bobina mobile. Infatti nei due casi si ha rispettivamente:

$$\frac{\Delta A}{A} = 1,83 \cdot \frac{\Delta U}{U} \quad \text{e} \quad \frac{\Delta A}{A} = 1,77 \cdot \frac{\Delta U}{U}$$

Invece, appare positiva l'azione della reattanza, perchè entrambi i regolatori lavorano con una tensione secondaria almeno doppia di quella di rete, per cui è necessario compensare l'eccedenza di tensione, su quella occorrente alla lampada, con una maggiore reattanza rispetto alla derivazione semplice.

Si deve perciò ritenere che il contributo alla costanza della luce, invero molto modesto ($1,83$ oppure $1,77 \cdot \Delta U/U$ rispetto a $1,97 \cdot \Delta U/U$ della derivazione semplice) va attribuito alla reattanza, tanto vero che senza questa en-

trambi i regolatori renderebbero instabile il comportamento della lampada.

Nello stesso corso di misure è risultato che la pulsazione della tensione della lampada a vapore di mercurio è stata

$$\frac{\Delta u}{u} = 0,3 \cdot \frac{\Delta U}{U};$$

cioè abbastanza piccola, anche se non proprio trascurabile. Non è però ben chiaro se essa vada aggiunta, oppure sottratta nell'equazione (10 bis). Secondo l'equazione (9 a) il valore di $\Delta u/u$ sarebbe negativo, mentre le misure dirette danno un segno incerto.

Se si tiene conto delle semplificazioni introdotte nella teoria, non c'è da meravigliarsi delle discrepanze fra i valori misurati e quelli calcolati, ed è già un buon risultato che la teoria confermi qualitativamente i risultati sperimentali. Si osserva che la teoria dà, per $\Delta I/I$ valori maggiori dell'esperienza per le lampade ad incandescenza e valori minori per le lampade a vapore di mercurio a media pressione.

d) *Protezioni*. — Il confronto dei vari sistemi d'alimentazione delle lampade non è però completo se non si tiene conto delle protezioni contro i guasti delle stesse e le manovre errate. Una lampada che brucia, interrompendo la corrente che l'alimenta, non dà alcun inconveniente al resto del circuito se l'alimentazione è in derivazione. Invece, se la lampada è alimentata in serie con altre, bisogna ristabilire il circuito per queste mediante un corto circuito sulla lampada bruciata, ad es. per mezzo d'una pastiglia di corto circuito inserita in parallelo fra i morsetti d'ogni lampada. In mancanza di tale organo di protezione, tutta la tensione disponibile nel sistema d'alimentazione si concentra dove s'è verificata l'interruzione, danneggiando le parti connesse con la lampada (portalampada e fili di collegamento) contenuti nell'apparecchio illuminante. Un corto circuito locale diventa allora inevitabile, senza possibilità di controllo dall'esterno, poichè la corrente tende sempre a riprendere il suo valore nominale.

Negli impianti in serie, qualunque difetto occasionale nel circuito a corrente costante (un morsetto che si allenta, un contatto che si ossida) provoca un surriscaldamento locale, non avvertibile subito, perchè il funzionamento dell'impianto apparentemente è regolare. In particolare, le cadute di tensione di linea non riducono la prestazione delle lampade; infatti, sommandosi alle tensioni di lampada, sono compensate automaticamente dal regolatore a corrente costante posto all'inizio del circuito d'alimentazione. Il compito di tale regolatore è di correggere le variazioni del carico assorbito (entro limiti ragionevoli, naturalmente) in modo da mantenere costante il carico su ogni lampada (quindi la sua erogazione di luce e durata nel tempo), non già di compensare le variazioni della tensione e della frequenza di rete, dipendenti dal sistema di distribuzione dell'energia elettrica.

La mancanza del fusibile su ogni lampada è abbastanza comune negli impianti in derivazione; in caso di corto circuito in una lampada, brucia la valvola di protezione del gruppo di lampade di cui essa fa parte e si rende così evidente la zona in cui va ricercato il guasto, perchè tutte le lampade ivi comprese si spengono. Dato che la sostituzione delle valvole, generalmente, presenta qualche fastidio, si consiglia l'uso di valvole automatiche di protezione per i singoli gruppi di lampade e di fusibili ad alto potere di rottura per la protezione di tutto un impianto d'illuminazione [12].

Il frazionamento d'un impianto in gruppi di lampade, a comando indipendente, offre anche il vantaggio di ridurre la corrente di spunto che, per le lampade ad incandescenza, partendo dal filamento freddo, può essere anche 15 volte la corrente a regime con filamento incandescente. Negli impianti in serie, la potenza d'ogni circuito

di lampade indipendente può essere anche di 80 kW, senza alcun riguardo per l'accensione; infatti, il regolatore a corrente costante provvede a compensare la minor resistenza dei filamenti freddi, spostando verso l'alto la bobina mobile (meglio se all'avviamento questa è già sollevata), quando la compensazione non è congenita come nel regolatore statico a risonanza. Per quest'ultimo l'accensione d'un impianto d'illuminazione stradale può essere comandata automaticamente da una cella fotoelettrica, esposta alla luce naturale, quando questa scende al disotto d'un valore minimo (solitamente fissato in 50 lux).

Le correnti di spunto all'accensione di due lampade a vapore di mercurio a media pressione, una alimentata attraverso un reattore semplice e l'altra attraverso un reattore a risonanza da uno stesso circuito a tensione costante, sono state misurate in funzione del tempo, partendo dalle lampade a temperatura ambiente. I risultati sono riportati sui diagrammi della fig. 10; si osserva che

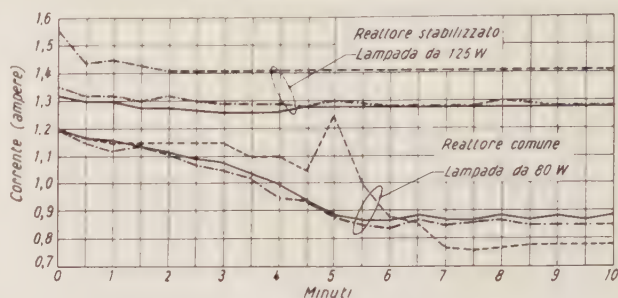


Fig. 10. — Caratteristiche d'accensione di lampade a vapore di mercurio con due diversi tipi di reattori.

Caratteristiche comparative a 220 V e 50~

Lampade	125 W	80 W
Tipo di reattore	Reattore stabiliz.	Reattore comune
Potenza assorbita	148 W	92 W
Corrente a regime	1,28 A	0,84 A
Scarto della corrente . . .	± 1,5 %	± 8 %
Corrente iniziale	1,34 A	1,20 A
Scarto rispetto alla corrente a regime	+ 5 %	+ 43 %
Con resistenza di 90 Ω in serie con la lampada:		
Corrente a regime	1,22 A	0,63 A
Scarto	— 5 %	— 25 %

il reattore a risonanza assorbe una corrente di spunto minore del reattore comune, in rapporto alla corrente di regime, inoltre l'effetto della pulsazione della tensione di rete è meno sentito sulla corrente assorbita dalla lampada.

Per le lampade tubolari a fluorescenza la tensione di spunto, piuttosto forte in relazione alla loro notevole lunghezza, può rappresentare un difetto che tende ad aumentare con l'uso. Tale inconveniente è meno sentito se la lampada è fornita di reattore a risonanza, ciò si traduce allora in un aumento apparente della durata e della resa luminosa; infatti, la maggior tensione messa a disposizione dal reattore controlla più autorevolmente il comportamento della lampada nel tempo.

Per le lampade a vapore di mercurio a media pressione c'è poi da considerare l'impossibilità di riaccenderle quando sono ancora caldissime, per il servizio prestato in precedenza, data la pressione di qualche atmosfera che il vapore di mercurio allora acquista nel tubetto di quarzo. Si può ritenere che, in una lampada a regime, basta interrompere la corrente per 1/2 periodo (cioè per 0,01 s,

con la frequenza di 50 p/s) per far aumentare la tensione d'arco dai 125 V di regime a 400 V, che aumentano ancora se la durata dello spegnimento aumenta [5].

Se la lampada a vapore di mercurio è alimentata in derivazione, non si riaccende, dopo lo spegnimento, prima che il tubetto si sia raffreddato di tanto da rendere minima la pressione del vapore di mercurio. Se invece la lampada è alimentata in serie, la maggior tensione messa a disposizione dal regolatore di corrente (da 2 a 3 volte quella applicata al regolatore) potrebbe danneggiare una lampada ancora caldissima, se non intervenisse la pastiglia di corto circuito a portare la corrente che non può passare attraverso la lampada. In tal caso questa resta esclusa però dal servizio fino a quando non si cambia la pastiglia bruciata. Ad evitare il fastidio di dover sostituire le pastiglie con eccessiva frequenza, o peggio addirittura le lampade, si consiglia di lasciare raffreddare le lampade prima di riaccenderle, inserendo nel comando dell'interruttore di cabina un relè di ritardo che ne impedisca la richiusura se non dopo trascorsi almeno 5 min dall'apertura.

pre difficile far penetrare la luce naturale, senza ricorrere a soluzioni costruttivamente costose. Inoltre, il fattore costanza non è certo la prerogativa principale della luce naturale, sia perchè esposta alle condizioni dell'atmosfera sia per il susseguirsi del giorno alla notte e delle stagioni.

In fig. 11 sono riprodotti i diagrammi ottenuti su un luxmetro registratore a due fotocelle, di cui una esposta alla luce naturale e l'altra: dapprima alla luce emessa da una lampada tubolare fluorescente e poscia a quella d'una lampada a vapore di mercurio in bulbo fluorescente da 1000 W. Si osserva la grande variabilità della luce naturale in confronto alle luci emesse dalle due lampade fluorescenti; il livello della luce naturale sulla fotocella varia infatti da 1 a 50 kLx, mentre per la lampada tubolare s'aggira sui 650 Lx e per quella a bulbo sui 900 Lx. Orbene, mentre l'occhio non è per niente disturbato dalla luce naturale, anche se variabile e di intensità rilevante, le luci artificiali ai livelli indicati sono piuttosto fastidiose e non si potrebbero tollerare a lungo.

Certamente la causa del disagio visivo sta nell'altezza modesta sul piano d'osservazione dei corpi illuminanti a

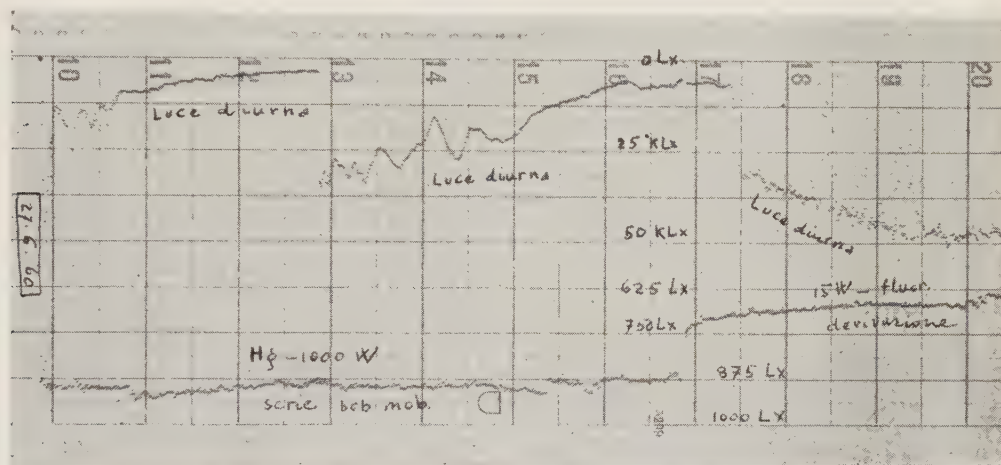


Fig. 11. — Confronto dell'intensità luminosa di lampade a vapore di mercurio ed a fluorescenza con la luce diurna.

Le lampade al sodio ed i tubi fluorescenti, funzionando con una pressione interna sempre molto bassa non presentano problemi particolari d'accensione, poichè la tensione d'innescò della scarica mantiene lo stesso valore a freddo, come a caldo.

Tenuto presente che l'occhio non avverte le variazioni brusche dell'illuminamento $\Delta A/A$ nel campo visuale del $\pm 12,5\%$, si può ora calcolare i valori massimi dello scarto $\Delta U/U$ della tensione di rete rispetto alla media tollerabili, in base alla Tab. III; i risultati sono riportati in Tab. IV.

TABELLA IV.

Tipo di lampada	In derivazione	In serie con regolatore	
		a bobina mob.	a risonanza
A filamento incandescente . . .	$\pm 4,5\%$	$\pm 4,6\%$	$\pm 2,5\%$
A vapore di mercurio	$\pm 6,3\%$	$\pm 6,9\%$	$\pm 7,1\%$

e) *Illuminazione naturale.* — Un confronto diretto dell'illuminazione artificiale con quella naturale può essere istruttivo per stabilire le possibilità d'integrazione della seconda con la prima; nell'interno delle abitazioni è sem-

pre difficile far penetrare la luce naturale, senza ricorrere a soluzioni costruttivamente costose. Inoltre, il fattore costanza non è certo la prerogativa principale della luce naturale, sia perchè esposta alle condizioni dell'atmosfera sia per il susseguirsi del giorno alla notte e delle stagioni. In fig. 11 sono riprodotti i diagrammi ottenuti su un luxmetro registratore a due fotocelle, di cui una esposta alla luce naturale e l'altra: dapprima alla luce emessa da una lampada tubolare fluorescente e poscia a quella d'una lampada a vapore di mercurio in bulbo fluorescente da 1000 W. Si osserva la grande variabilità della luce naturale in confronto alle luci emesse dalle due lampade fluorescenti; il livello della luce naturale sulla fotocella varia infatti da 1 a 50 kLx, mentre per la lampada tubolare s'aggira sui 650 Lx e per quella a bulbo sui 900 Lx. Orbene, mentre l'occhio non è per niente disturbato dalla luce naturale, anche se variabile e di intensità rilevante, le luci artificiali ai livelli indicati sono piuttosto fastidiose e non si potrebbero tollerare a lungo. Certamente la causa del disagio visivo sta nell'altezza modesta sul piano d'osservazione dei corpi illuminanti a

luce artificiale, rispetto all'altezza indefinita e peraltro sempre molto grande della volta celeste. Sui campi sportivi, ad es., i migliori risultati si ottengono ponendo le lampade molto elevate sul campo da gioco; si può allora tollerare su un campo da tennis coperto un illuminamento anche di 500 Lx purchè le sorgenti di luce siano ad almeno 9 m di altezza. Non bisogna però preoccuparsi troppo della potenza assorbita dalle lampade. Abbassando le lampade a 4,5 m si potrebbe infatti ridurre la potenza complessiva alla metà, pur raddoppiando il numero delle lampade, in modo da mantenere invariato l'illuminamento del campo, però l'occhio sentirebbe un certo disturbo, per la vicinanza delle lampade, specialmente dopo un lungo periodo d'esposizione.

Le norme attuali non tengono invece conto dell'altezza delle lampade, pur prescrivendo livelli d'illuminamento molto elevati, per cui il progettista d'un impianto si preoccupa di mettere le lampade il più in basso possibile per risparmiare sul costo dell'impianto e sulle spese d'esercizio presunte. Con ciò le norme sono rispettate, ma l'effetto d'insieme ed il senso di soddisfazione per il pubblico e per i giocatori è ben diverso se le lampade sono a 4,5 oppure a 9 m da terra.

Se vogliamo che il campo da gioco si possa usare con godimento anche di notte, dobbiamo tener presente che la luminanza della volta celeste di giorno è massima allo zenith e si riduce ad $1/3$ all'orizzonte, mentre per le fasce intermedie (elevate d'un angolo Φ sull'orizzante) la luminanza si calcola con la formula:

$$(18) \quad L\phi = \frac{1 + 2 \cdot \sin \Phi}{3} L_{\text{zenith}}$$

oppure con l'altra formula più recente [6]

$$(19) \quad L\phi = \frac{2 + 3 \cdot \sin \Phi}{5} \cdot L_{\text{zenith}}$$

che dà una luminanza all'orizzonte un po' maggiore della precedente.

Pertanto, è preferibile disporre le sorgenti di luce sopra il campo, molto alte, che di lato ma basse, perché così ci avviciniamo di più alle condizioni dell'illuminazione naturale. È noto che l'ideale per l'illuminazione diurna d'un campo da tennis è di disporre tutt'attorno al campo una cortina d'alberi d'alto fusto, riccamente fronzuti, in modo da lasciar libera la visione della volta celeste sovrastante il campo, con tutta la sua luminosità.

Circa poi la tolleranza dell'occhio alle variazioni della luce diurna si può osservare che esse avvengono di solito lentamente, in modo da dar tempo all'occhio di adattarsi. I diagrammi delle figg. 11 e 12 e quelli delle figg. 8 e 9 sono fatti con scale del tempo che stanno nel rapporto di 1 a 30, per cui le oscillazioni a breve periodo dei secondi corrispondono alle oscillazioni a lungo periodo dei primi.

Il criterio di fissare l'altezza dei centri luminosi in rapporto all'illuminamento del piano di lavoro dovrebbe generalizzarsi a tutti gli impianti d'illuminazione, essendo più facile da controllare, in luogo dei rapporti di luminanza fra i vari punti d'un campo visuale, come si tende fare nelle recenti raccomandazioni sull'illuminazione in genere, malgrado le notevoli difficoltà di progetto e di controllo a cui si va incontro. I diagrammi di fig. 12 sono

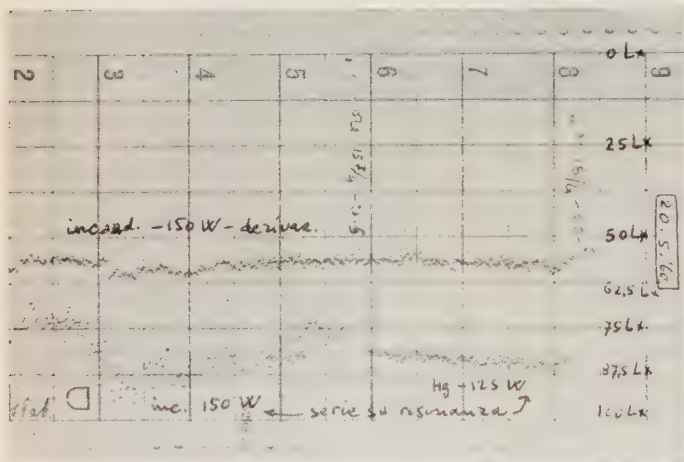


Fig. 12. — Confronto di due lampade ad incandescenza ed a vapore di mercurio, inserite in derivazione ed in serie.

gli equivalenti di fig. 8 presi però col luxmetro registratore.

D'altra parte, la creazione d'un falso cielo, mediante luce totalmente indiretta o con pannelli elettroluminescenti applicati al soffitto, non risolve il problema di illuminare in modo soddisfacente un locale basso; l'occhio non si lascia ingannare dalla grossolanità del surrogato. Meglio un apparecchio illuminante razionale che un'imitazione del cielo troppo lontana dal vero.

Di regola per aumentare il livello d'illuminazione in un ambiente bisogna cambiare, oltre alle lampade, anche gli apparecchi illuminanti, elevandoli maggiormente sul piano di lavoro. È preferibile che la luce in un ambiente sia piuttosto modesta, ma non fastidiosa, che abbondante ma abbagliante. Per l'illuminazione stradale, ad es., le

Norme I.E.S. (americane) fissano altezze minime d'installazione delle lampade ad incandescenza, in globo opalino, in funzione della loro potenza luminosa.

I rilievi sull'illuminazione diurna [7], in rapporto alle condizioni atmosferiche, estesi a tutto un territorio, interessano oltretutto la meteorologia anche la distribuzione dell'energia elettrica; sottoposti ad accurate analisi statistiche, essi possono fornire utili indicazioni per la previsione del carico in rete, nei vari periodi dell'anno. Non è affatto vero che i periodi d'insolazione prolungata portino ad una riduzione del carico sulla rete, anzi possono aumentarlo per la produzione del freddo, nelle sue varie applicazioni.

Da oltre 10 anni l'illuminazione diurna viene misurata in varie stazioni dell'Inghilterra e trasmessa (attraverso la rete nazionale) ad un centro di raccolta [8] per avere i dati di base per la previsione del carico e per le ricerche conseguenti.

FREQUENZA D'ALIMENTAZIONE.

La corrente alternata che alimenta le lampade produce una pulsazione del flusso luminoso, con frequenza doppia di quella di rete, che l'occhio non avverte se le immagini sono ferme sulla retina, mentre appare evidente se le immagini si muovono rapidamente. Una pallina da tennis può allora dare l'impressione di muoversi a scatti, mentre con la luce diurna il moto appare perfettamente regolare. L'effetto è specialmente sensibile se l'illuminazione è data da lampade a scarica elettrica, che danno pulsazioni più profonde dell'intensità luminosa, a differenza delle lampade ad incandescenza, per le quali l'inerzia termica del filamento attenua molto l'ampiezza della pulsazione.

Secondo una tendenza, che si sta sviluppando ora, si può eliminare l'effetto della frequenza aumentando questa da 10 a 30 volte, mediante moltiplicatori statici [9] o gruppi rotanti [10], da installare localmente. Il trasporto dell'energia elettrica a frequenze da 500 a 1 500 p/s presenta problemi tecnici particolarmente complessi, quando si tratta di superare distanze anche modeste. Su gli aeroplani di linea la distribuzione dell'energia elettrica a 420 p/s è ormai normalizzata, per cui anche l'illuminazione di bordo è realizzata con tale frequenza.

L'aumento di frequenza ha già un effetto sensibile per le lampade a fluorescenza, come rendimento, e soprattutto per i pannelli elettroluminescenti, che per frequenze di 1 500 p/s raggiungono una resa luminosa paragonabile a quella delle lampade ad incandescenza. In particolare poi, i reattori per le lampade fluorescenti hanno peso ed ingombro circa in ragione inversa della frequenza impiegata ed anche la loro accensione risulta semplificata.

Le applicazioni finora fatte dell'illuminazione a frequenza acustica hanno solo carattere sperimentale; esse hanno dimostrato sempre la migliore qualità della luce emessa dalle lampade. Solo le difficoltà tecniche della conversione dell'energia dalla frequenza industriale, in quantità dell'ordine di qualche kW (troppo grandi per poter usare valvole termoioniche e troppo piccole per usare gruppi rotanti) hanno impedito la diffusione del nuovo sistema d'illuminazione. Inoltre, le perdite nei dispositivi di conversione dell'energia elettrica superano il guadagno come maggior resa luminosa dei tubi fluorescenti e minori perdite dei reattori, per cui un vero vantaggio economico non è stato ancora accertato sicuramente.

Nei due anni passati i perfezionamenti introdotti negli invertitori autoeccitati, a base di transistor di potenza al germanio, hanno eliminato tutti gli organi mobili nella conversione dell'energia. Gli invertitori a transistor [11] possono essere previsti per ricevere energia in corrente continua, dai 12 V delle batterie di accumulatori fino a diverse centinaia di volt della trazione elettrica. Questi invertitori possono alimentare o una sola lampada o gruppi di lampade fluorescenti, provviste di reattori singoli, con correnti di frequenza compresa fra 1 e 20 kp/s.

Molte applicazioni delle apparecchiature sono state fatte con successo a bordo dei mezzi di trasporto che abbondano di abbondante illuminazione all'interno.

CONCLUSIONI.

La costanza della luce è la qualità più facile da controllare e che risente in modo diverso delle pulsazioni della tensione di rete applicata alle lampade.

Da quanto precede risulta che le lampade a vapore di mercurio danno pulsazioni dell'intensità luminosa, a parità d'ampiezza delle pulsazioni della tensione di rete, minori delle lampade a filamento incandescente, specialmente se alimentate in serie.

I risultati sperimentali confermano pienamente quelli teorici, nel senso che la reattanza del circuito delle lampade smorza le oscillazioni della luce nelle lampade a vapore di mercurio, mentre ne esalta l'ampiezza nelle lampade a filamento incandescente. Pertanto, volendo alimentare un circuito di lampade in serie, con un regolatore a corrente costante, bisogna tener conto delle caratteristiche elettriche del circuito. Se le lampade sono tutte ad incandescenza bisogna ridurre al minimo la reattanza del circuito ed in particolare quella del regolatore di corrente (se questo è a bobina mobile non è possibile scendere al disotto del valore intrinseco del regolatore). Se invece le lampade sono tutte a vapore di mercurio, la stabilità della luce migliora aumentando la reattanza in serie.

Per i circuiti misti, con lampade ad incandescenza in serie direttamente sull'uscita del regolatore e lampade a vapore di mercurio attraverso un trasformatore di corrente, alle perturbazioni di rete bisogna aggiungere anche quelle del circuito delle lampade. Ad es. la bruciatura del filamento d'una lampada ad incandescenza, provocando un'interruzione della corrente regolata di durata maggiore di $1/2$ periodo della frequenza di rete, può bloccare la riaccensione di tutte le lampade a vapore di mercurio del circuito e, per la presenza delle pastiglie di corto circuito su ogni lampada a vapore di mercurio, determinare l'esclusione a tempo indeterminato delle stesse. Finché le pastiglie di protezione alle lampade non sono cambiate, tutte le lampade a vapore di mercurio restano spente. La bruciatura casuale d'una lampada ad incandescenza, mentre non compromette il funzionamento delle altre dello stesso tipo, mette fuori servizio tutte le lampade a vapore di mercurio. Solo l'inserzione delle lampade ad incandescenza su un circuito secondario, collegato con quello del regolatore per mezzo d'un trasformatore di corrente, può eliminare tale inconveniente, poichè garantisce la continuità del circuito principale in ogni istante. Altra soluzione radicale sarebbe di costituire circuiti o, solo di lampade ad incandescenza o, solo a vapore di mercurio.

Le lampade a vapore di sodio e quelle tubolari fluorescenti, funzionando con una pressione bassissima del vapore metallico, si accendono egualmente bene a freddo ed a caldo e non presentano l'inconveniente ora citato. Pertanto, un circuito a corrente costante può allora sopportare senza inconvenienti un carico misto di lampade ad incandescenza, a vapore di sodio e tubolari fluorescenti.

In generale si può ritenere che l'ampiezza delle pulsazioni di luce delle lampade ad incandescenza sia da 2 a 3 volte maggiore di quelle delle lampade a vapore di mercurio, che a sua volta è poco meno del doppio dell'ampiezza della pulsazione della tensione di rete.

L'alimentazione in serie delle lampade a vapore di mercurio riduce da 2 ad 1,8 il fattore di moltiplicazione dell'ampiezza delle pulsazioni della tensione di rete, cioè d'una quantità irrisoria, mentre aumenta da 3 a 6 volte lo stesso fattore per le lampade ad incandescenza. Non si può quindi dire che l'alimentazione in serie delle lampade contribuisca sempre a migliorare in modo sensibile la qualità della luce erogata. Dei quattro fattori sui quali

basare un giudizio della qualità della luce: il colore, l'abbagliamento e la frequenza della corrente di alimentazione delle lampade si considerano piuttosto soggettivi e dipendenti dal gusto personale degli osservatori. Solo il quarto, cioè la costanza, è esprimibile numericamente, in base a misure dirette, e deve perciò avere un peso preponderante nella valutazione della qualità della luce.

In particolare, l'effetto d'abbagliamento è in parte imputabile alla pulsazione della luce prodotta dalla tensione di rete, variabile da istante ad istante. Oltrechè per la maggiore luminanza del corpo luminoso, una lampada ad incandescenza appare più vivace d'una lampada a vapore di mercurio perchè, alimentata con la stessa tensione di rete, dà una luce pulsante con maggior ampiezza, tale da affaticare maggiormente l'occhio.

Per il resto, l'effetto d'abbagliamento dei corpi illuminanti è una questione d'altezza rispetto al piano d'osservazione, cioè un problema geometrico di rapporti fra dimensioni lineari, come dimostrano le formule pratiche finora proposte.

APPENDICE A

Lampade ad incandescenza. — Il caso d'una lampada, con reattanza e resistenza in serie, alimentata a tensione costante può essere trattato in modo analogo, usando le stesse notazioni, solo che R è la resistenza ed X la reattanza in serie con la lampada, e che all'equazione (1 a) si sostituisce l'equazione: $I = c \cdot u^{1/n}$. Poichè: $P = c \cdot u^{1+1/n}$ risulta:

$$(20) \quad \frac{\Delta A}{A} = r \cdot \frac{\Delta P}{P} = r \cdot \left(1 + \frac{1}{n} \right) \cdot \frac{\Delta u}{u}.$$

Tenendo ora presente che:

$$(21) \quad U^2 = (u + R \cdot I)^2 + (X \cdot I)^2$$

si ottiene:

$$(22) \quad \frac{\Delta A}{A} = r \cdot \left(1 + \frac{1}{n} \right) \cdot \frac{U^2}{U^2} \cdot \frac{\Delta U}{U}.$$

$$= \frac{1}{(u + R I) u + \frac{1}{n} (u + R I) R I + X^2 I^2} \cdot \frac{\Delta U}{U}.$$

Questa equazione riprende la forma (13) quando si ponga $R = 0$, come è facile verificare, tenuto conto che allora è $U^2 = u^2 + (X I)^2$. Le prove eseguite su un reattore in serie con una lampada ad incandescenza hanno dato i seguenti valori: $U = 231$ V, $u = 92$ V e la caduta di tensione ai morsetti del reattore (comprendente anche la resistenza equivalente dell'avvolgimento) è risultata di 202 V. Da questi 3 valori si ricava: $R I = 22,2$ V, $X I = 200,8$ V, con un fattore di potenza del reattore di 0,11. Ricordando che $n = 1,72$ ed $r = 2,34$ si ottiene:

$$\frac{\Delta A}{A} = 2,34 \cdot 1,58 \cdot 1,51 \cdot \frac{\Delta U}{U} = 5,55 \cdot \frac{\Delta U}{U}$$

mentre applicando l'equazione (13) si sarebbe ottenuto:

$$\frac{\Delta A}{A} = 2,34 \cdot 1,58 \cdot 1,54 \cdot \frac{\Delta U}{U} = 5,70 \cdot \frac{\Delta U}{U}.$$

Le misure dirette dell'ampiezza delle pulsazioni dell'intensità luminosa e della tensione applicata (fig. 14) hanno dato, per la lampada senza reattore in serie:

$$\frac{\Delta A}{A} = 3,48 \cdot \frac{\Delta U}{U}$$

e per la lampada con reattore in serie:

$$\frac{\Delta A}{A} = 5,73 \cdot \frac{\Delta U}{U}$$

Rispetto ai valori riportati nella Tab. III, i nuovi valori sono sensibilmente maggiori, rispetto ai valori della Tab. II (calcolati) sono minori. La forma della pulsazione della tensione di rete ha evidentemente influenza sull'ampiezza della pulsazione dell'intensità della luce; le pulsazioni più rapide della tensione sono mascherate dall'inerzia termica del filamento incandescente e quelle più lente invece modificano realmente la sua luminanza. Resta però confermato che i valori della Tab. II rappresentano il limite superiore dell'ampiezza della pulsazione della luce per le lampade a filamento, mentre per le lampade a vapore di mercurio sono il limite inferiore.

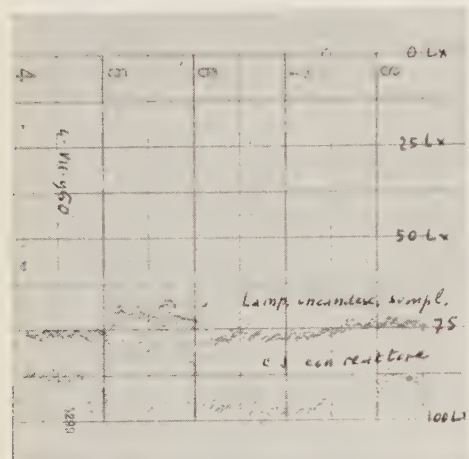


Fig. 13. — Confronto fra lampade ad incandescenza, con e senza reattore in serie.

In fig. 13 sono indicate le curve dell'intensità luminosa d'una lampada ad incandescenza: semplice con reattore in serie, ottenute con luxmetro registratore. Esse mettono ben in evidenza la diversa ampiezza della pulsazione della luce, registrata durante il periodo di 4 ore e mezzo; in questo periodo si è verificato sulla rete un abbassamento di tensione per circa un'ora, che risulta particolarmente evidente sul diagramma in virtù del fattore di moltiplicazione di 5,73 desunto dalle misure. Sono pure evidenti le variazioni istantanee della tensione. Le due curve, registrate automaticamente, non possono però essere usate per il calcolo della pulsazione relativa, perchè i punti dell'uno e dell'altro sono segnati successivamente, ad intervalli di 20 s, e non sono perciò contemporanei.

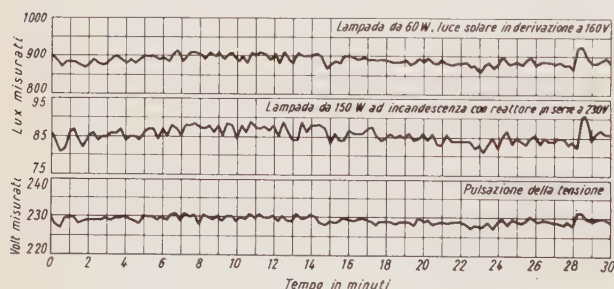


Fig. 14. — Misure di pulsazione luminosa e di tensione di rete, su lampade ad incandescenza, con e senza reattore in serie.

Invece la fig. 14, dando i valori contemporanei delle grandezze che interessano, può essere utilizzata per il calcolo dell'ampiezza relativa delle pulsazioni della luce in rapporto alle pulsazioni della tensione.

APPENDICE B

Lampade a vapore di sodio. — La caratteristica $A(P)$, cioè della luminanza in funzione della potenza assorbita dalla lampada, nel tratto corrispondente alla sua utilizzazione normale, ha un andamento circa parabolico (parabola ad asse verticale) con un massimo di luminanza per una potenza finita. Se si regola la corrente I nella lampada in modo da raggiungere tale massimo, l'emissione della lampada diventa costante, per piccole variazioni ΔI rispetto alla corrente media I , per cui le pulsazioni della tensione di rete non si traducono più in pulsazioni della luce emessa. La lampada a vapore di sodio dà una luce più costante delle altre lampade finora considerate, anche fuori dal massimo ora detto.

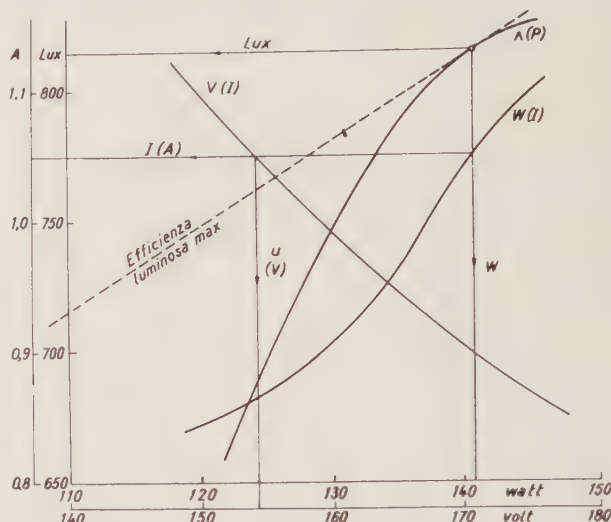


Fig. 15. — Curve caratteristiche d'una lampada a vapore di sodio di 140 W e 11 000 lumen.

Per accertarsi di ciò basta considerare le caratteristiche ricavate da una lampada al sodio da 140 W e riprodotte in fig. 15. Il punto segnato con un cerchietto sulla curva $A(P)$ rappresenta la condizione di massima efficienza luminosa della lampada, perchè unito con l'origine degli assi dà una tangente alla stessa curva. A tale punto corrisponde: $P = 140,5$ W, $I = 1,05$ A e $u = 154$ V; inoltre, in un intorno abbastanza ristretto di tale punto la curva è assimilabile con la tangente dall'origine ed è quindi rappresentata dall'equazione

$$(23) \quad A = k \cdot P \quad v = a + \frac{c}{\sqrt{I}}$$

Si ottiene:

$$(24) \quad \frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta P}{P} = \frac{\Delta u}{u} + \frac{\Delta I}{I} = \left(1 - \frac{c}{2 \cdot u \cdot \sqrt{I}}\right) \cdot \frac{\Delta I}{I}$$

Se la lampada è inserita su un circuito a tensione U costante, attraverso un reattore X , si ha la equazione:

$$(25) \quad (X \cdot I)^2 = U^2 - u^2$$

da cui si ricava:

$$(26) \quad \frac{\Delta I}{I} = \frac{U^2}{U^2 - u^2 - \frac{u \cdot c}{2 \sqrt{I}}} \cdot \frac{\Delta U}{U}$$

Il valore di U deve essere almeno uguale alla tensione d'innesco della lampada, cioè almeno il doppio della tensione d'esercizio. Posto allora $U = 308$ V e tenuto presente che, dalle misure eseguite, $c = 142$, si può calcolare:

$$(27) \quad \frac{\Delta A}{A} = \left(1 - \frac{c}{2 \cdot u \cdot \sqrt{I}} \right) \cdot \frac{U^2}{U^2 - u^2 - \frac{u \cdot c}{2 \sqrt{I}}} = (1 - 0,45) \cdot 1,57 \cdot \frac{\Delta U}{U} = 0,86 \cdot \frac{\Delta U}{U}.$$

Se il reattore della lampada fa parte d'un circuito a corrente costante, avendo un rapporto di trasformazione delle correnti $= N$, allora l'equazione (25) diventa:

$$(25 \text{ bis}) \quad (X \cdot N \cdot I)^2 = U^2 - \frac{u^2}{N^2}$$

ossia:

$$(26 \text{ bis}) \quad \frac{\Delta I}{I} = \frac{U^2}{U^2 - \left(\frac{u}{N} \right)^2 - \frac{1}{2} \left(\frac{u}{N} \right)^2 \frac{c}{u \cdot \sqrt{I}}} \cdot \frac{\Delta U}{U}.$$

Posto $N = 6$, mantenendo invariati gli altri valori, si trova:

$$\frac{\Delta I}{I} = 1,01 \cdot \frac{\Delta U}{U}$$

mentre:

$$(27 \text{ bis}) \quad \frac{\Delta A}{A} = \left(1 - \frac{c}{2 \cdot u \cdot \sqrt{I}} \right) \cdot \frac{U^2}{U^2 - \left(\frac{u}{N} \right)^2 - \frac{1}{2} \left(\frac{u}{N} \right)^2 \frac{c}{u \cdot \sqrt{I}}} \cdot \frac{\Delta U}{U} = (1 - 0,45) \cdot 1,01 \cdot \frac{\Delta U}{U} = 0,56 \cdot \frac{\Delta U}{U}.$$

Tenuto presente che ogni lampada, provvista di reattore con $N = 6$, assorbe effettivamente $154/6 = 26$ V circa, mentre il regolatore mette a disposizione 308 V, è evidente che il regolatore può alimentare 6 lampade al sodio in serie, dando la necessaria tensione di spunto. In tal caso si ritroverebbe il valore precedente:

$$\frac{\Delta A}{A} = 0,86 \cdot \frac{\Delta U}{U}.$$

Resta, in ogni caso, dimostrato che la lampada al sodio, in condizioni di massima efficienza, dà una luce pulsante con ampiezza minore dell'ampiezza delle pulsazioni della tensione di rete (varianza < 1).

APPENDICE C

Tubi fluorescenti. — Le caratteristiche d'accensione d'un tubo fluorescente da 40 W ed 1,20 m di lunghezza,

sono riprodotte in fig. 16. Il punto di contatto della tangente dall'origine alla curva $\Lambda(P)$, dà la condizione di massima efficienza luminosa della lampada ed è indicato con un cerchietto. In un intorno di tale punto son valide le relazioni:

$$(28) \quad A = k \cdot P \quad \frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta P}{P} = \frac{\Delta u}{u} + \frac{\Delta I}{I}$$

$$u = 35 + \frac{46}{\sqrt{I}}, \quad P = 40 \text{ W}, \quad u = 101,5 \text{ V},$$

$$I = 0,475 \text{ A}.$$

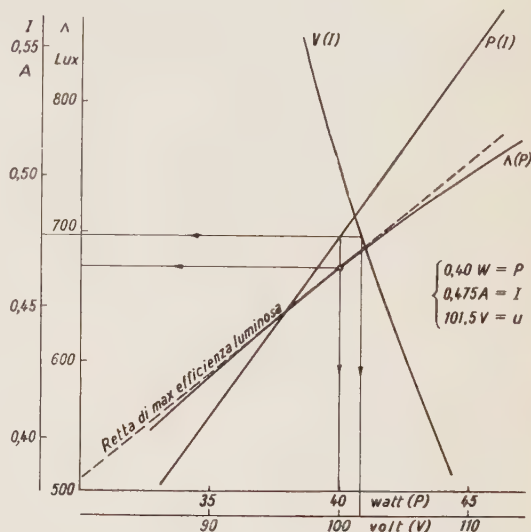


Fig. 16. — Curve caratteristiche d'un tubo fluorescente da 40 W, 2300 lumen, 1,20 m di lunghezza.

Per una lampada in derivazione è ancora valida l'equazione (25), per cui:

$$(29) \quad \frac{\Delta A}{A} = \left(1 - \frac{23}{u \sqrt{I}} \right) \cdot \frac{\Delta I}{I} = \left(1 - \frac{23}{u \sqrt{I}} \right) \cdot \frac{U^2}{U^2 - u^2 - \frac{23 \cdot u}{\sqrt{I}}} \cdot \frac{\Delta U}{U}$$

Posto:

$$U = 220 \text{ V}, \quad u = 101,5 \text{ V}, \quad I = 0,475 \text{ A}$$

risulta:

$$\frac{\Delta A}{A} = (1 - 0,33) \cdot 1,397 \cdot \frac{\Delta U}{U} = 0,93 \cdot \frac{\Delta U}{U}.$$

Se invece $U = 160$ V, mantenendo il resto invariato, risulta

$$\frac{\Delta A}{A} = 0,67 \cdot 2,15 \cdot \frac{\Delta U}{U} = 1,44 \cdot \frac{\Delta U}{U}$$

cioè, col diminuire della tensione applicata, l'ampiezza della pulsazione della luce in rapporto all'ampiezza della pulsazione della tensione (ossia la varianza) aumenta, e con essa cresce l'instabilità della luce. Voler ridurre l'emissione luminosa d'una lampada tubolare fluorescente diminuendo la tensione applicata, significa rendere sempre più instabile la luce emessa dalla lampada, anche perchè al diminuire della corrente assorbita la tensione di lampada aumenta.

Se la lampada tubolare è in serie su un circuito a corrente costante, attraverso un trasformatore con rapporto = N , e le lampade in serie sono M , allora:

$$(30) \quad U^2 = \left(\frac{M}{N} \cdot u \right)^2 + (X \cdot I \cdot N)^2$$

per cui:

$$(31) \quad \frac{\Delta A}{A} = \left(1 - \frac{c}{2 \cdot u \cdot \sqrt{I}} \right) \cdot \frac{U^2}{U^2 - \left(\frac{M}{N} \cdot u \right)^2 - \left(\frac{M}{N} \right)^2 \cdot \frac{c \cdot u}{2 \sqrt{I}}} \cdot \frac{\Delta U}{U}$$

Usando un solo tubo fluorescente ($M = 1$), accoppiato col regolatore di corrente attraverso un trasformatore avente un rapporto di 6,6/0,475 = 14, allora per $U = 308$ V si ottiene:

$$\begin{aligned} \frac{\Delta A}{A} &= (1 - 0,33) \cdot \frac{308^2}{308^2 - 52 - 17} \cdot \frac{\Delta U}{U} = \\ &= 0,67 \cdot \frac{\Delta U}{U} \end{aligned}$$

La formula (31) si può anche usare per ricavare il numero dei tubi fluorescenti che si possono mettere in serie su un circuito a corrente costante di data potenza apparente, in funzione della varianza che si intende ammettere per la luce emessa dalle lampade. Nel caso particolare che per la varianza venga fissato il valore 1,42, si

troverebbe che un regolatore da 5 kVA può sopportare un carico di 66 lampade fluorescenti da 40 W e 1,20 m di lunghezza. I.L.

Manoscritto pervenuto l'11 luglio 1960.

BIBLIOGRAFIA

- [1] I. LUCCHI: *Dalla luce naturale a quella artificiale*. - «L'Elettrotecnica», febbraio 1956, pag. 50.
- [2] V. J. JEHN: *Per vedere con le lampade antinebbia*. - «Light and Lighting», maggio 1953, pag. 174.
- [3] C. P. STEINMETZ: *Teoria e calcolo dei circuiti elettrici*. - McGraw Hill, New York, 1917.
- [4] P. J. ORANJE: *Le lampade a scarica*. - Biblioteca Tecnica Philips, 1949.
- [5] M. E. KECK, W. A. OGLESBEE: *Il comportamento delle lampade a vapore di mercurio sui circuiti di illuminazione stradale in serie*. - «Illum. Eng.», marzo 1955, pag. 115.
- [6] *Rendiconti della Commissione Internazionale dell'Illuminazione*. Zurigo, 1955.
- [7] M. DAVIES: *La relazione fra il tempo atmosferico e la richiesta d'energia elettrica*. - «Proc. I.E.E.», Londra, parte C, marzo 1959, pag. 27.
- [8] M. BLACKWELL: *Cinque anni di registrazione continua dell'illuminazione diurna all'Osservatorio di Kew*. - «Meteorological Research Committee», Air Ministry, Londra, fascicolo n. 988, 1956.
- [9] *Sorgenti d'energia a transistor per impianti d'illuminazione*. «West. Eng.», maggio 1958, pag. 93.
- [10] *Rassegna del progresso*. - «Gen. El. Rev.», gennaio 1955.
- [11] J. F. DAVIES, D. DUNTHORNE: *L'impiego dei transistor di potenza per l'accensione delle lampade a scarica nel gas con corrente continua*. - «Proc. I.E.E.», Londra, parte A, giugno 1960, pag. 273.
- [12] H. D. EINKOM: *La discriminazione fra i fusibili ad alto potere di rottura e gli interruttori automatici miniatura*. - «Proc. I.E.E.», Londra, parte C, marzo 1960, pag. 75.
- [13] I. LUCCHI: *Criteri di progetto e collaudo dell'illuminazione per fluorescenza*. - «L'Elettrotecnica», 1950.

ANALISI DELLA STABILITÀ E DIAGRAMMA DI BODE

LUIGI PIGLIONE (*)

L'analisi della stabilità di un sistema di regolazione, che si fonda sull'utilizzazione del diagramma di Bode, trova la sua giustificazione teorica nell'impiego di nozioni analitiche che non sempre sono fornite nei corsi di ingegneria. Un tentativo di interpretazione di natura fisicamente intuitiva viene qui esposto e le conclusioni a cui si perviene vengono opportunamente modificate in relazione alle conclusioni fornite dalla predetta teoria.

1. - Con la diffusione sempre più crescente di apparecchiature con funzionamento automatico i concetti relativi alla tecnica della regolazione sono divenuti familiari a vaste categorie di ingegneri, siano essi elettrotecnici, meccanici, termotecnici e così via. Si hanno infatti, per elencare solo i tipi principali, numerosi esempi di regolatori di tensione, di temperatura, di posizione, di velocità, adibiti al comando di macchine utensili o più in generale al controllo di interi processi di produzione industriale.

Per quanto questi regolatori possano essere attuati con i più diversi tipi di componenti (elettronici, meccanici ed elettromeccanici, idraulici, pneumatici), tali differenze non impediscono tuttavia di addivenire ad una impostazione uniforme della teoria del loro funzionamento, che è conosciuta come teoria della regolazione. Ora, tra le diverse questioni che affiorano in questa teoria un argomento essenziale è, come noto, costituito dal problema di riconoscere, già in sede di progetto, le eventuali condizioni di instabilità, che si possono verificare in un sistema di regolazione; infatti, quando queste condizioni si verificano, il sistema non risulta più atto ad adempiere alle funzioni per le quali è stato progettato, ma acquista piuttosto, almeno in molti casi, le caratteristiche di un oscillatore che fornisce all'uscita una grandezza, non più controllabile, ma oscillante con ampiezza via via crescente fino a stabilizzarsi, in condizioni di saturazione dei componenti del sistema stesso, dipendenti cioè unicamente dalla costituzione di questo. La teoria della regolazione ha invero indicato diversi metodi che consentono di prevedere se un sistema di regolazione sarà stabile o instabile e quindi di intervenire, se dal caso, con opportune modificazioni del sistema stesso; alcuni di questi metodi sono analitici, ma più usati sono metodi grafici, i quali forniscono informazioni non solo sulla stabilità stessa ma ancora, il che è assai importante in sede pratica, sul grado di stabilità; si può così predisporre un margine di sicurezza abbastanza elevato da garantire un comportamento corretto del sistema, anche al variare dei parametri che influiscono sulle sue caratteristiche.

Tutti questi metodi hanno necessariamente una giustificazione teorica, che ne determina i limiti di applicabilità e che consente di procedere con sicurezza nella progettazione di sistemi praticamente attuabili; ma la loro deduzione importa assai spesso nozioni analitiche, non sempre fornite in tutti i corsi di ingegneria, per cui la loro comprensione, sia pure qualitativa, può riuscire difficile da parte di coloro che non siano, e non intendano divenire, specialisti dell'argomento. Poichè d'altra parte, come è stato detto, questi problemi sono venuti ad interessare, sia pure indirettamente, una vasta schiera di tecnici che quotidianamente fanno uso di sistemi di regolazione, è

sembrato opportuno accennare, in forma semplificata e per quanto possibile intuitiva, a quello tra i metodi grafici che gode di assai diffusa popolarità e che è conosciuto come diagramma di Bode, dal nome dell'autore di una ormai classica opera su questo argomento [1]. Il diagramma di Bode è tuttavia limitato allo studio dei soli sistemi lineari, per i quali cioè vale il principio di sovrapposizione degli effetti: ma a questa condizione soddisfa, entro limiti pratici e in condizione di normale funzionamento, la maggioranza dei sistemi di regolazione, ovvero a questa condizione, almeno ai fini di una prima analisi di progetto, ci si può ancora in molti casi pratici riportare.

È tuttavia necessario avvertire fin d'ora il lettore che, nelle considerazioni che seguiranno, non sarà seguita una rigorosa linea teorica di dimostrazione, quale invece è possibile trovare nell'opera citata del Bode o in altri volumi che si occupano dell'argomento [2]; si farà invece affidamento per la maggior parte della trattazione all'intuizione, riservandoci, alla fine, di modificare alquanto le conclusioni che sono ottenibili con la sola intuizione, allo scopo di esporre i risultati che la teoria esatta consente di meglio precisare [3]. Se con ciò si può peccare di mancanza di rigore nella trattazione esposta, si ha tuttavia il vantaggio di seguire, per quanto è possibile, l'analisi del fenomeno dell'instabilità sotto un aspetto più immediatamente aderente all'intuizione fisica, ed inoltre, per quanto i risultati raggiunti con la sola intuizione non siano che parzialmente concordi con quelli derivanti da una trattazione analitica più rigorosa, ciò permette di raggiungere una più chiara comprensione del fenomeno dell'instabilità, anche se questa intuizione deve poi essere opportunamente corretta nelle sue conclusioni in relazione alle deduzioni teoriche esatte.

2. - La possibilità di regolare, o in senso più generale di comandare, una grandezza fisica, ad esempio una tensione elettrica, una velocità, una temperatura, si fonda sulla disponibilità di apparecchiature per cui la stessa grandezza risulta dipendere da altre grandezze secondo relazioni determinate: ad esempio la tensione V_u (fig. 1)

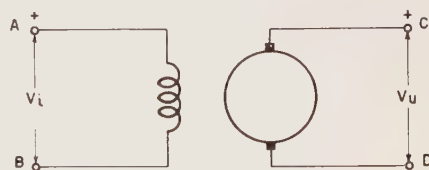


Fig. 1.

di una dinamo ad eccitazione indipendente, e ruotante a velocità costante, è legata alla tensione V_i ai morsetti dell'avvolgimento di eccitazione, in modo che un dato valore della tensione V_u (grandezza comandata) si ottiene attribuendo un opportuno valore alla tensione V_i (grandezza di comando).

Le due grandezze (quella comandata e quella di comando) sono generalmente differenti per natura fisica o per ordine di grandezza; così una tensione (grandezza di comando) può determinare una velocità (grandezza comandata) nel caso di un motore a corrente continua con ec-

(*) Prof. dr. ing. LUIGI PIGLIONE, dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris, Torino.

citazione indipendente, e quindi le due grandezze differiscono per la loro stessa natura fisica; oppure, ad esempio, in un amplificatore elettronico, una tensione di comando, di valore relativamente modesto, può determinare in uscita una tensione amplificata, ossia di valore più elevato, così che le due grandezze, omogenee, risultano però differenti per i valori rispettivamente assunti; o ancora, nell'esempio già citato di una dinamo ad eccitazione indipendente, le due tensioni possono anche essere nello stesso campo di valori, ma la potenza associata ai morsetti *A* e *B* del circuito di eccitazione e ai morsetti *C* e *D* che fanno capo alle spazzole della dinamo risultano di valore assai diverso con conseguente amplificazione di potenza.

Si ha ancora, in generale, che la relazione tra le due grandezze non è univoca, ossia ad un determinato valore della grandezza di comando non corrisponde necessariamente sempre lo stesso valore per la grandezza comandata. Così infatti, sempre nell'esempio di fig. 1, la tensione V_u non è univocamente legata alla tensione V_i ; è infatti possibile, per uno stesso valore della tensione V_i , ottenere più di un valore per la tensione V_u , in dipendenza di variazioni della velocità di rotazione della dinamo, a causa di variazioni di temperatura e quindi di resistenza nel circuito di eccitazione, a causa dell'eventuale corrente prelevata alle spazzole, a causa dell'isteresi nel circuito magnetico della macchina e così via.

Se però, in prima approssimazione, si pensa di poter prescindere da queste perturbazioni, o comunque si considerano invariabili le grandezze, diverse da quelle di ingresso, che influiscono sulla grandezza di uscita, si ottiene una relazione univoca tra le due grandezze, e l'apparecchiatura fisica può essere rappresentata secondo una simbologia grafica, che è conosciuta con il nome di rappresentazione *a blocchi*, ed è indicata in fig. 2; tale rap-



Fig. 2.

presentazione prescinde dalla particolare struttura dell'apparecchiatura in esame, sia essa elettrica, meccanica o idraulica, ecc., ma semplicemente mette in evidenza il fatto che ad una grandezza di comando *R* (determinata come ingresso nel sistema dal senso indicato dalla freccia) corrisponde univocamente una grandezza comandata *U* (all'uscita del sistema stesso) secondo una relazione genericamente indicata con l'operatore *G*.

Se ci si pone ora da un punto di vista puramente statico nell'analisi del comportamento di un sistema fisico, l'operatore *G* può allora acquistare un significato, esprimibile in modo quantitativo e denominato guadagno statico, il quale è definito come rapporto tra un generico valore costante della grandezza comandata *U* e il valore costante corrispondente della grandezza di comando *R*:

$$G = \frac{U}{R}$$

È però in generale $G = f(R)$ ovvero $G = \varphi(U)$, cioè in generale *G* assume valori diversi in corrispondenza alle diverse condizioni di funzionamento, ciascuna caratterizzata da un valore di *U* e di *R*. Ma molto spesso, eventualmente limitando il campo di variazione delle due grandezze *U*, *R*, i sistemi fisici si possono considerare lineari, cioè si può ritenere che sussiste semplice proporzionalità tra causa (grandezza di comando) ed effetto (grandezza comandata); il valore di *G* è allora da ritenersi costante e coincidente con il fattore di proporzionalità che lega le due grandezze *U* e *R*.

Il significato ora attribuito al valore di *G* permette an-

cora di ricavare facilmente, nel caso assai frequente in cui più apparecchiature siano collegate in cascata, il legame che esiste tra l'ultima delle grandezze di uscita e la prima delle grandezze di entrata, quando si dividono opportunamente i blocchi in modo da considerare grandezze che non vengano influenzate dall'aggiunta dei successivi elementi. Nell'esempio di fig. 3 a, in cui una di-

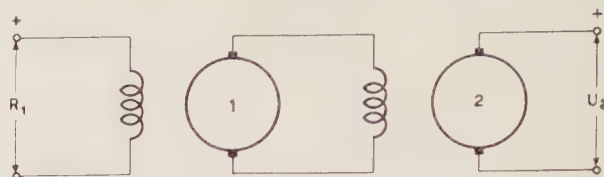


Fig. 3 a.

namo 2 è eccitata da una dinamo 1 e la rappresentazione a blocchi è indicata in fig. 3 b, si ottiene facilmente, essendo per il collegamento imposto $U_1 = R_2$, chiamando U_1 la tensione a vuoto della prima dinamo e conglobando la resistenza di indotto di questa insieme alla resistenza di eccitazione della seconda:

$$\frac{U_2}{R_1} = \frac{U_2}{R_2} \cdot \frac{R_2}{R_1} = \frac{U_2}{R_2} \cdot \frac{U_1}{R_1} = G_1 \cdot G_2 = G.$$



Fig. 3 b.

Ossia il legame tra la grandezza U_2 e la grandezza R_1 è esprimibile mediante un solo valore del guadagno statico *G* (fig. 3 c) che risulta essere il prodotto dei valori di G_1 e G_2 considerati separatamente per le due dinamo. Più in generale il guadagno totale tra più apparecchiature collegate in cascata è esprimibile come prodotto dei guadagni parziali delle singole apparecchiature, con le riserve



Fig. 3 c.

formulate sopra sul significato da dare a queste ultime.

Pertanto una catena di apparecchiature collegate in cascata è rappresentabile con un unico blocco, come indicato in fig. 2; in esso la grandezza *U* viene a dipendere dal valore assunto dalla grandezza *R*, la quale ultima può perciò comandare il valore di *U*, costituendo così un tipo di sistema di comando o di regolazione, che viene denominato ad *anello aperto*. Tuttavia in queste condizioni, come già è stato accennato, il valore di *G* non rappresenta, se non in prima e in molti casi grossolana approssimazione, un legame univoco e rigidamente determinato tra le due grandezze *U* e *R*; diversi parametri possono infatti influire, con conseguente scostamento dal valore voluto, sulla grandezza *U*, in modo del tutto indipendente dal valore assunto dalla grandezza di comando *R*.

Un sistema di regolazione (denominato ad *anello chiuso*) più preciso si ottiene riportando la grandezza *U* a confrontarsi direttamente (fig. 4 a) o indirettamente (figura 4 b), ossia con una trasformazione intermedia mediante un elemento differenziale Σ , con la grandezza *R*; la differenza tra i due valori confrontati per mezzo di Σ , indicata con *E*, costituisce pertanto una misura dell'errore con cui la grandezza *U* riproduce il valore ad essa imposto dalla grandezza di comando *R*. Un buon sistema

di comando o di regolazione richiede che il valore di E sia sufficientemente piccolo, per un dato valore della grandezza U , ossia che il rapporto $G = U/E$ sia abbastanza elevato, e questo si ottiene disponendo nella catena delle apparecchiature in cascata opportuni ampli-

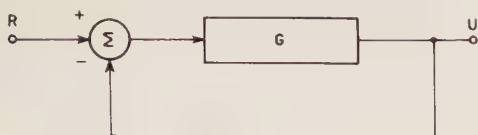


Fig. 4 a.

catori, elettronici, magnetici, rotanti, che consentono di elevare il valore del guadagno totale G . Ad esempio se la grandezza U è una tensione che deve essere regolata e mantenuta ad un valore di 100 V e se il guadagno G è uguale a 100, l'errore E risulta eguale a 100/100 V, os-

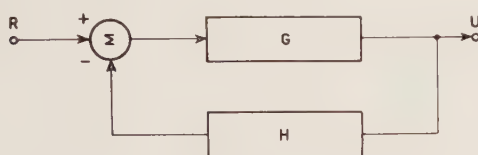


Fig. 4 b.

sia a 1 V, che rappresenta l'1 % del valore della tensione regolata. All'aumentare del valore di G si otterrebbe un errore sempre più piccolo, ma sfortunatamente, con lo stesso aumento di G , sorgono difficoltà di altra natura, tra cui, e in modo particolare per quanto concerne il tema del presente lavoro, possibilità di innescio di oscillazioni che conferiscono instabilità nel sistema di regolazione.

3. - L'analisi di un sistema di regolazione in condizioni statiche può essere condotto assai facilmente, con riferimento al sistema generico rappresentato con uno schema a blocchi in fig. 4 b.

Si hanno in primo luogo, per definizione dei guadagni statici G e H , le seguenti relazioni:

$$U = G \cdot E; \quad B = H \cdot U$$

e inoltre, per effetto dell'elemento differenziale:

$$(1) \quad E = R - B$$

da cui si ricava:

$$U = G \cdot E = G (R - B) = G \cdot H \cdot U$$

e infine:

$$U = \frac{G}{1 + G H} R.$$

L'elemento differenziale, come è denotato dal segno negativo nella relazione (1) o anche dall'indicazione dei segni dello stesso elemento nello schema a blocchi di fig. 4 b, conduce ad un sistema che comporta una reazione negativa, quale infatti si ritrova in tutti i sistemi di regolazione o di comando.

L'effetto di una reazione negativa può essere qualitativamente illustrato con riferimento allo schema a blocchi di fig. 5, analogo a quello indicato in fig. 4 b, ma in cui si suppone di aver eseguito un taglio nel collegamento tra l'elemento differenziale e il sistema di controllo G , e per il quale si suppone ancora che sia eguale a zero il

valore della grandezza di comando. In queste condizioni si hanno allora le seguenti relazioni:

$$E_1 = R - B = -B; \quad B = H \cdot U; \quad U = G \cdot E$$

e infine:

$$(2) \quad E_1 = -B = -G \cdot H \cdot E_2.$$

La grandezza E_1 risulta quindi di segno opposto a quello della grandezza E_2 ; un aumento di E_2 comporta pertanto una diminuzione del valore di E_1 e viceversa. Ciò conduce a pensare intuitivamente che una reazione negativa possa perciò rendere più facile il conseguimento di una condizione di stabilità dell'intero sistema; ad ogni variazione in un senso della grandezza E_2 corrisponde infatti una variazione in senso opposto della grandezza E_1 la quale, essendo riportata ad agire sullo stesso elemento di controllo G tende a mantenere il sistema in una condizione stabile.

Viceversa se la reazione fosse positiva, cioè se l'elemento differenziale fosse sostituito da un elemento sommatore, si otterrebbe in luogo della (2) la seguente analoga relazione:

$$E_1 = +G \cdot H \cdot E$$

in cui le due grandezze E_1 ed E_2 sono dello stesso segno, per cui ad una variazione in un senso della grandezza E_2 corrisponde una variazione nello stesso senso della grandezza E_1 . Se in queste condizioni si avesse ancora, per particolari valori di G e H , che il valore assoluto della grandezza E_1 risultasse maggiore del valore assoluto della grandezza E_2 , ossia risultasse il valore di $G \cdot H$ maggiore dell'unità, si otterrebbero delle condizioni per le quali il sistema può divenire autorigenativo, in quanto atto a

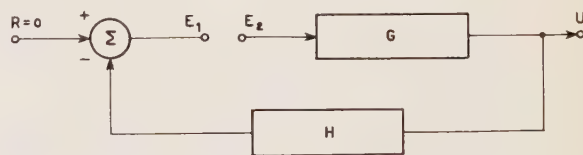


Fig. 5.

riportare all'ingresso dell'elemento di controllo G un valore E_1 maggiore di quello della grandezza E_2 che era applicata all'ingresso dello stesso elemento. Ne possono quindi facilmente nascere condizioni di instabilità, le quali conducono ad un aumento (o diminuzione) sempre crescente della grandezza comandata U , che viene così sottratta al controllo della grandezza di comando R .

Va però osservato che queste conclusioni di natura intuitiva, per quanto possano far prevedere una più o meno facile condizione di instabilità rispettivamente per i sistemi che comportano reazione positiva o negativa, non possono essere tuttavia considerate come essenziali per un giudizio sulle condizioni di stabilità di un sistema, potendosi infatti verificare il caso di sistemi instabili con reazione negativa o il caso contrario di sistemi stabili con reazione positiva, anche quando il guadagno statico $G \cdot H$ sia maggiore dell'unità. I criteri per decidere sulle condizioni di stabilità sono infatti di formulazione più complessa di quella ora esposta e, come già è stato detto, sono estesamente trattati nelle opere che si occupano dell'argomento. Tuttavia, anche nell'intento di giungere ad un'analisi più approfondita di quella finora esposta, si ammetterà inizialmente come criterio assai semplificato delle condizioni di stabilità, che un sistema sia da ritenersi instabile ogni qual volta si determina il fatto che la grandezza E_1 , nello schema a blocchi di fig. 5, possa risultare dello stesso segno e di valore più grande della grandezza E_2 all'ingresso dell'elemento di controllo G_1 e viceversa stabile negli altri casi.

In base a questa ammissione risulterebbe quindi che, se ci si limita alla considerazione del solo comportamento statico, tutti i sistemi con reazione negativa dovrebbero pertanto essere giudicati stabili, in quanto la grandezza E_1 espressa dalla relazione (2) risulterebbe sempre di segno contrario alla grandezza E_2 . Si ha tuttavia, anche adottando il criterio semplificato precedentemente enunciato, che la sola condizione statica non può essere sufficiente a decidere sulla stabilità, che è essenzialmente un fenomeno dinamico del comportamento di un sistema fisico. Si ha quindi la necessità di approfondire ulteriormente la questione, il che si può fare, in seconda approssimazione, esaminando una condizione di regime non più semplicemente statica, ma di tipo quasi stazionario. Ci si propone cioè di indagare sul comportamento del sistema quando la grandezza E_2 sia non più di valore costante ma variabile con legge sinusoidale.

4. - Per meglio chiarire l'analisi del comportamento quasi stazionario di un sistema di regolazione, si conviene di riferirci ad un esempio particolare di regolazione della tensione ai morsetti di una dinamo, quale è indicato in fig. 6 a. Il sistema si compone di una dinamo principale,

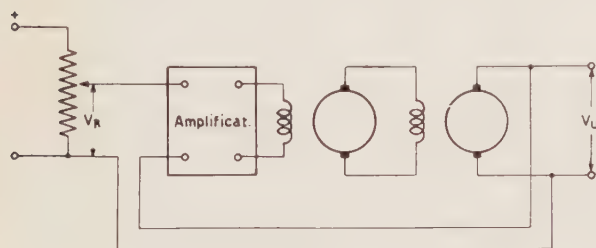


Fig. 6 a.

di una dinamo eccitatrice e di un amplificatore, elettronico o magnetico, i quali insieme costituiscono gli elementi del controllo; la grandezza di comando R viene mantenuta costante al fine di ottenere un valore costante anche per la grandezza comandata che è la tensione ai morsetti della dinamo principale, e questa grandezza di comando è ottenuta per mezzo di un partitore di tensione alimentato da un generatore a tensione costante. L'elemento differenziale è poi semplicemente attuato mediante collegamento in serie delle due tensioni da confrontare, in modo che la tensione comandata venga sottratta alla tensione di comando al fine di determinare una tensione di errore ai morsetti dell'amplificatore: in queste condizioni la tensione della dinamo è direttamente confrontata con la tensione di comando e ogni eventuale differenza produce una tensione di errore che opportunamente amplificata tende a riportare la tensione della dinamo verso un valore eguale a quello della tensione (costante) di comando. Lo schema a blocchi di questo sistema è riportato in fig. 6 b di facile e immediata deduzione.

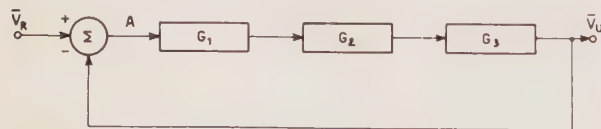


Fig. 6 b.

I simboli G_1 , G_2 , G_3 che compaiono in ciascuno dei blocchi che rappresentano rispettivamente l'amplificatore, la dinamo eccitatrice e la dinamo principale possono ricevere, anche in regime sinusoidale, una precisa definizione purché si considerino come grandezze di ingresso e di uscita di ciascun blocco, anziché i valori istantanei ad andamento sinusoidale, i valori complessi che li rappresentano secondo il ben noto sistema di calcolo

simbolico dei circuiti a corrente alternata. Si ha così che il valore di G si può definire, in analogia con il regime statico, come rapporto tra il valore complesso che rappresenta la grandezza sinusoidale all'uscita e il valore complesso che rappresenta la grandezza sinusoidale all'ingresso del rispettivo elemento. Il valore di G , che è in generale un valore complesso funzione della pulsazione ω , viene anche denominato funzione di trasferimento del blocco.

Considerando ad esempio la dinamo principale (fig. 7),

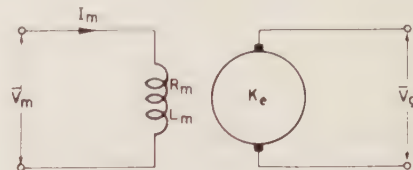


Fig. 7.

supposta ruotare a velocità costante, ed ammettendo inoltre di rimanere in condizioni di linearità soprattutto per quanto riguarda il circuito magnetico della macchina, e se si considera di alimentare il circuito di eccitazione con una tensione sinusoidale di pulsazione ω , tutte le tensioni e tutte le correnti del sistema saranno anch'esse grandezze sinusoidali della stessa pulsazione ω e rappresentabili quindi con valori complessi. Si ricava pertanto in primo luogo il valore della corrente di eccitazione \bar{I}_m :

$$\bar{I}_m = \frac{\bar{V}_m}{R_m + j\omega L_m}$$

in cui R_m è il valore della resistenza del circuito di eccitazione e L_m il valore della sua induttanza. Poiché la dinamo ruota a velocità costante risulta ancora che la tensione (a vuoto) V_g ai morsetti della stessa dinamo è proporzionale alla corrente di eccitazione I_m secondo un fattore di proporzionalità K_e , dipendente dalla velocità di rotazione e dalle caratteristiche costruttive della dinamo stessa.

Si ha cioè:

$$\bar{V}_g = K_e \bar{I}_m$$

e infine:

$$\begin{aligned} \bar{V}_g &= \frac{K_e \bar{V}_m}{R_m + j\omega L_m} = \frac{K_e/R_m}{1 + j\omega \frac{L_m}{R_m}} \bar{V}_m = \\ &= \frac{A_3}{1 + j\omega T_3} \bar{V}_m \end{aligned}$$

in cui si è posto:

$$A_3 = \frac{K_e}{R_m} \text{ e } T_3 = \frac{L_m}{R_m}.$$

Il valore di T_3 coincide con la costante di tempo del circuito di eccitazione. Il valore di G_3 risulta quindi secondo la definizione precedentemente data:

$$(3) \quad G_3 = \frac{\bar{V}_g}{\bar{V}_m} = \frac{A_3}{1 + j\omega T_3}$$

In particolare, per $\omega = 0$, si ottengono le condizioni valevoli per un comportamento statico, cioè il valore di G_3 coincide con il guadagno statico A_3 dello stesso elemento.

In modo analogo si può ricavare il valore della funzione di trasferimento G_2 della dinamo eccitatrice che risulta espresso dalla relazione:

$$G_2 = \frac{A_2}{1 + j \omega T_2}$$

in cui A_2 è il guadagno statico della dinamo eccitatrice e T_2 è la costante di tempo associata al suo circuito di eccitazione.

Così pure se si assume che l'amplificatore, di guadagno statico A_1 , comporti anch'esso una sola costante di tempo T_1 si otterrà analogamente, per la funzione di trasferimento G_1 , la relazione:

$$G_1 = \frac{A_1}{1 + j \omega T_1}$$

Le funzioni di trasferimento G_1 , G_2 , G_3 vengono quindi ad assumere, nell'esempio particolare considerato, una identica struttura formale; ciò tuttavia non esclude che in generale le funzioni di trasferimento degli elementi di un sistema di regolazione possano naturalmente avere una struttura formale diversa.

Come è stato detto, le funzioni di trasferimento sono funzioni complesse della pulsazione ω ; è quindi possibile ricavarne, sempre in funzione di ω , il valore del modulo e dell'argomento che caratterizzano un valore complesso.

Nel caso dell'esempio citato in cui tutte le funzioni di trasferimento sono della forma:

$$G = \frac{A}{1 + j \omega T}$$

si ottengono rispettivamente il modulo e l'argomento:

$$G = \frac{A}{\sqrt{1 + \omega^2 T^2}}; \quad \varphi = -\arctg \omega T.$$

I valori del modulo e dell'argomento possono così essere riportati in un diagramma cartesiano in funzione della pulsazione ω ; per convenienza di rappresentazione viene di solito usato un diagramma semilogaritmico, nel quale i valori del modulo sono espressi in decibel, prendendo cioè il logaritmo in base 10 del modulo stesso e moltiplicandolo per 20. Si ha così che un livello di zero decibel corrisponde a un valore del modulo eguale all'unità, livelli negativi espressi in decibel indicano un modulo minore dell'unità, livelli positivi un modulo maggiore dell'unità.

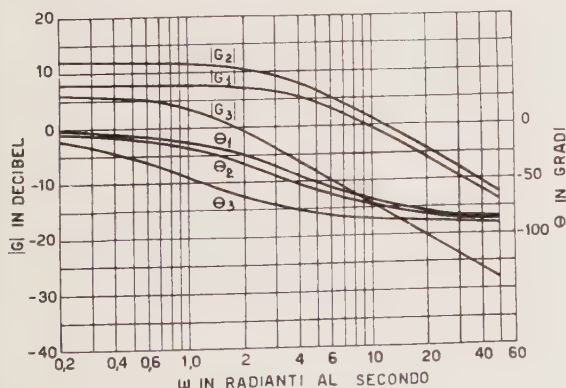


Fig. 8.

I valori dei moduli e degli argomenti di G_1 , G_2 , G_3 dell'esempio considerato sono stati rappresentati nel diagramma semilogaritmico di fig. 8, avendo assunto come

valori dei guadagni statici A_1 , A_2 , A_3 e delle costanti di tempo T_1 , T_2 , T_3 i valori riportati nella tabella I.

TABELLA I.

	<i>A</i>	<i>T</i>
Amplificatore	2,5	0,25 s
Eccitatrice	4,0	0,33 s
Dinamo principale	2,0	1,00 s

Per decidere ora sulla stabilità del sistema si opera nello stesso modo considerato per il comportamento statico, effettuando cioè un taglio nel punto *A* dello schema a blocchi di fig. 6 *b* in modo da ottenere lo schema di fig. 9 *a*. Questo schema può essere immediatamente semplificato in quello di fig. 9 *b*, in cui si è sostituito ai bloc-

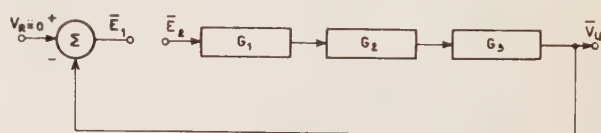


Fig. 9 *a*.

chi G_1 , G_2 , G_3 , mediante considerazioni del tutto analoghe a quelle svolte nel comportamento statico, un unico blocco equivalente G , la cui funzione di trasferimento sia data dal prodotto:

$$G = G_1 \cdot G_2 \cdot G_3.$$

La relazione che lega quindi la grandezza \bar{E}_1 alla gran-

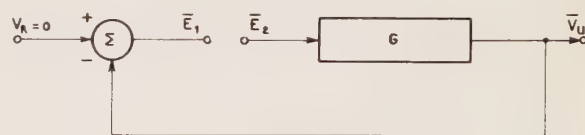


Fig. 9 *b*.

dezza \bar{E}_2 può essere perciò espressa, essendo ancora la grandezza di comando supposta eguale a zero:

$$(3) \quad \bar{E}_1 = -G \cdot H \cdot \bar{E}_2.$$

Il valore di GH , espresso come prodotto dalla funzione di trasferimento equivalente G lungo il collegamento diretto e della funzione di trasferimento H nel collegamento di reazione, è anch'esso un numero complesso, funzione in generale di ω , che viene denominato, a motivo del taglio effettuato, funzione di trasferimento ad anello aperto. Rappresentando in un diagramma semilogaritmico il modulo e l'argomento di GH in funzione di ω si ottiene infine un diagramma, conosciuto come diagramma di Bode, sul quale ci si basa per la determinazione della stabilità del sistema di regolazione.

Tornando all'esempio citato, poichè in questo caso si ha $H = 1$, in quanto la grandezza comandata è riportata direttamente ad essere confrontata con la grandezza di comando, la rappresentazione di GH coincide con quella di $G = G_1 G_2 G_3$ ed è riportata nel diagramma di Bode di fig. 10.

Osservando tale diagramma si nota che alla pulsazione $\omega = 4,5$ rad/s il valore dell'argomento di G è eguale a -180° ; ciò indica che esiste un cambiamento di segno

nella funzione di trasferimento GH ad anello aperto e cioè, con riferimento al segno negativo della relazione (3), che la tensione sinusoidale E_1 risulta essere, non in opposizione, ma bensì in fase e quindi concorde con la tensione sinusoidale E_2 quando la pulsazione sia appunto eguale

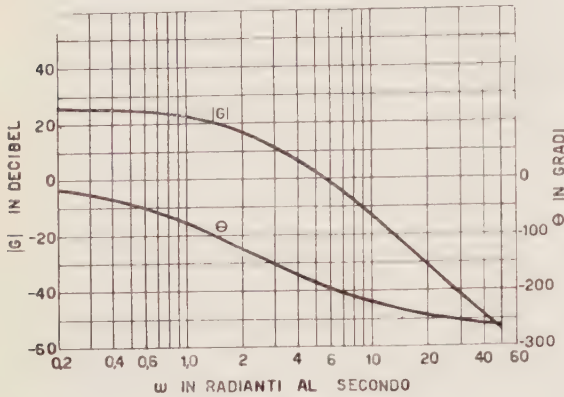


Fig. 10.

a 4,5 rad/s. Osservando ancora il diagramma di Bode si nota che alla stessa pulsazione il livello del modulo di GH è eguale a +4 decibel, ossia il modulo è maggiore dell'unità, il che significa che l'ampiezza della tensione sinusoidale E_1 è maggiore dell'ampiezza della tensione E_2 . Sussistono quindi, per la pulsazione considerata, le condizioni (reazione positiva e guadagno maggiore dell'unità) per cui si verifica, secondo il criterio semplificato dianzi esposto, che il sistema è da ritenersi instabile.

Può essere interessante a questo punto considerare altri sistemi di regolazione analoghi a quello finora esaminato ma in cui vengano modificati o i valori dei guadagni statici (tabella II, in cui tutti i guadagni statici risultano

TABELLA II.

	<i>A</i>	<i>T</i>
Amplificatore	1,7	0,25 s
Eccitatrice	2,7	0,33 s
Dinamo principale	1,4	1,00 s

diminuiti) ovvero le costanti di tempo (tabella III), i cui diagrammi di Bode sono rispettivamente indicati nelle figg. 11 e 12. È facile osservare che in questi casi sussi-

TABELLA III.

	<i>A</i>	<i>T</i>
Amplificatore	2,5	0,05 s
Eccitatrice	4,0	0,20 s
Dinamo principale	2,0	5,00 s

stano allora, sempre secondo il criterio semplificato proposto, condizioni di stabilità per entrambi questi nuovi sistemi.

5. - Le considerazioni fin qui svolte hanno fatto ricorso all'intuizione fisica al fine di poter determinare, sia pure

con un criterio semplificato, le condizioni di stabilità di un sistema di regolazione. Le condizioni esaminate hanno fatto inoltre riferimento unicamente all'analisi dei comportamenti in regime statico e quasi stazionario, trascurando invece l'analisi di un comportamento dinamico in senso assai più generale; è da prevedere perciò che le conclusioni raggiunte non possano evidentemente essere ritenute valide per la totalità delle applicazioni a cui sembrano potersi riferire. Ma ciò nonostante le conclusioni raggiunte sono già di per se stesse significative in quanto mettono in luce che lo studio del comportamento in regime sinusoidale a tutte le pulsazioni ω , quale si rileva appunto nel diagramma di Bode, può rappresentare, sia pure generalizzandolo nelle conclusioni, un mezzo di analisi per la determinazione delle condizioni di stabilità di un sistema. La teoria della regolazione usa infatti il diagramma di Bode come mezzo di indagine delle condizioni

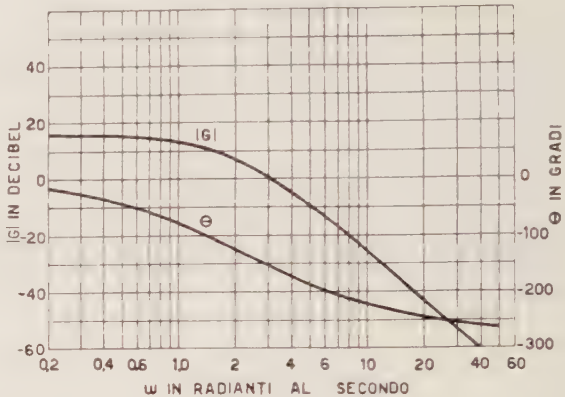


Fig. 11.

di stabilità, pur tuttavia in modo alquanto diverso da quello dianzi esposto. L'attenzione viene infatti posta non in riferimento alla pulsazione per la quale l'argomento di GH è eguale a -180° ma in riferimento alla pulsazione per la quale il livello del modulo di GH è eguale a zero decibel, ossia il modulo di GH è eguale all'unità. Per questo valore di ω , se con Φ si indica l'argomento di GH , ossia la rotazione di fase della grandezza E_1 rispetto alla grandezza E_2 , si indicherà invece come margine di fase l'angolo $180^\circ + \Phi$. Il criterio di stabilità

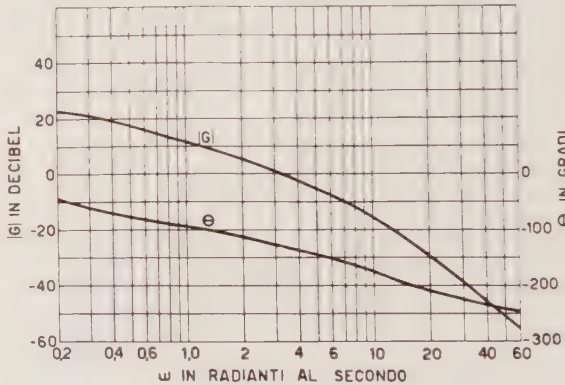


Fig. 12.

viene allora enunciato nel modo seguente: un sistema è stabile se il margine di fase è positivo, instabile se il margine di fase è negativo.

Nel diagramma di Bode di fig. 10, relativo al primo esempio considerato, il livello del modulo di GH (nell'esempio coincidente con G in quanto $H = 1$) raggiunge il valore di zero decibel alla pulsazione $\omega = 5,5$ rad/s, per

la quale si ha un argomento $\Phi = -192^\circ$ e quindi un margine di fase eguale a $180^\circ - 192^\circ = -12^\circ$, che essendo negativo indica una condizione di instabilità. Viceversa per i diagrammi di Bode delle figg. 11 e 12 il margine di fase risulta rispettivamente di 30° e di 50° ossia il valore positivo, per il che questi due sistemi risultano essere entrambi stabili.

Il criterio di stabilità dedotto dalla teoria della regolazione porta quindi, negli esempi considerati, a conclusioni eguali a quelle precedentemente ritrovate con il criterio semplificato che era stato dedotto da pure considerazioni intuitive; va tuttavia precisato che non in tutti i casi i risultati si ritrovano così perfettamente coincidenti e che naturalmente il criterio di stabilità dedotto dalla teoria della regolazione risulta essere il più valido. La nozione di margine di fase risulta pertanto un valido elemento di giudizio nei riguardi della stabilità; il suo valore, come è stato detto, deve essere positivo e viene di solito considerato soddisfacente, ai fini di ottenere sufficiente sicurezza insieme a un comportamento dinamico del sistema che risulti privo di eccessive oscillazioni, se superiore a 40° .

6. - Il diagramma di Bode rappresenta un utile e assai semplice mezzo di indagine per la stabilità di un sistema di regolazione; inoltre se un sistema risultasse instabile esso fornisce ancora utili indicazioni per le opportune modificazioni al sistema stesso atte a riportarlo in condizioni di stabilità [4].

Pur tuttavia, soprattutto nel caso di sistemi complessi, non è possibile o almeno poco conveniente considerare il diagramma di Bode come unico strumento di progetto: in generale infatti interessa non solo la conoscenza delle condizioni di stabilità di un sistema, ma ancora la sua velocità di risposta e più generalmente l'analisi del comportamento dinamico in condizioni che siano prossime a quelle per le quali il sistema stesso deve essere impiegato. Così pure è molto difficile, con l'uso del solo diagramma di Bode, di tener conto dell'effetto di eventuali non linearità che possono presentarsi nel sistema stesso di regolazione.

Per queste ed altre ragioni l'uso della calcolatrice analogica è venuto a portare un aiuto prezioso nell'analisi di un sistema; il comportamento dinamico viene in tal modo

facilmente rilevato anche nel caso di sistemi complessi o nei quali si presentino caratteristiche di non linearità. Nonostante ciò, l'uso del diagramma di Bode rimane ancora un metodo di analisi della stabilità particolarmente significativo, in quanto fornisce una rappresentazione visiva delle cause che possono influire sull'instabilità e consente quindi di predisporre gli accorgimenti atti a correggere un sistema che risultasse instabile, i quali invece non possono essere forniti dalla calcolatrice analogica. Inoltre ulteriori metodi di analisi, che sono stati sviluppati prendendo per base questo diagramma, consentono non solo di giudicare sulle condizioni di stabilità ma anche, almeno in modo qualitativo, sul comportamento dinamico del sistema di regolazione. Ne risulta pertanto che il diagramma di Bode si dimostra assai utile durante le prime fasi del progetto, per giudicare soprattutto intorno alla scelta più opportuna tra diverse soluzioni e per addivenire quindi ad una prima formulazione di progetto, che potrà poi essere ulteriormente modificata e perfezionata mediante l'uso della calcolatrice analogica.

Manoscritto pervenuto il 25 luglio 1960.

BIBLIOGRAFIA

- [1] H. W. BODE: *Network Analysis and Feedback Amplifier Design*. - D. Van Nostrand Company, New York, 1945.
- [2] H. M. JAMES, N. B. NICHOLS and R. S. PHILLIPS: *Theory of Servomechanisms*. - McGraw-Hill Book Company, New York, 1947.
G. S. BROWN and D. P. CAMPBELL: *Principles of Servomechanisms*. - John Wiley and Sons, New York, 1948.
G. J. THALER and R. G. BROWN: *Analysis and Design of Feedback Control Systems*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1960.
- [3] H. CHESTNUT and R. W. MAYER: *Servomechanisms and Regulating System Design*. - John Wiley and Sons, New York, 1959.
- [3] L. A. KOENIG: *The Bode Diagram. An Approach to Regulating-System Stability Fundamentals*. - «Electrical Engineering», June 1959, vol. 78, n. 6, pagg. 651-658.
- [4] È questa una delle ragioni per cui è utile la rappresentazione del diagramma di Bode esteso a un vasto campo di frequenze, mentre il solo criterio di stabilità riterrebbe sufficiente l'analisi del comportamento del sistema nell'intorno di una sola frequenza.

REGOLAZIONE DEI CONDUTTORI DELLE LINEE ELETTRICHE AEREE CON CAMPATE A DISLIVELLO

GAETANO MUSIO (*)

Si espone un semplice metodo di calcolo per la rapida determinazione dei punti in cui collocare i morsetti di sospensione, per ottenere alla fine della regolazione una perfetta messa a piombo delle catene di sospensione.

L'applicazione di tale metodo su diverse linee dal profilo molto irregolare, ha reso possibile il passaggio diretto dei conduttori dall'appoggio su carrucole a quello su catene verticali, senza che si siano riscontrate differenze apprezzabili tra i valori calcolati e quelli misurati.

PREMESSA.

La regolazione dei conduttori in una serie di campate a dislivello può essere effettuata con la stessa facilità e precisione che si ha nelle campate a livello, solo allorché con il calcolo si riesca a stabilire quali debbano essere i tiri e le frecce dei conduttori appoggiati su carrucole e in quali punti fissare le catene di sospensione, affinché ad operazione ultimata si abbiano i tiri e le frecce desiderate e le catene tutte verticali.

Ricordiamo che quando un conduttore è steso su carrucole, disposte a quote differenti, poichè in condizione di equilibrio esse trasmettono lo stesso sforzo periferico, si ha un aumento dei tiri proporzionale ai dislivelli, con il risultato che i tiri orizzontali nelle campate adiacenti non sono uguali tra loro e la differenza agisce sui sostegni come una forza orizzontale che tende a rovesciare le strutture. La conoscenza di queste forze è perciò necessaria per poter giudicare, in taluni casi, se non sia opportuno, durante lo stendimento, controventare i sostegni.

La possibilità d'effettuare la regolazione senza inutili tentativi, oltre a garantire una maggiore corrispondenza tra i risultati delle operazioni di tesatura e i dati di calcolo, si traduce in un notevole risparmio di tempo e di materiale. Infatti con l'esatta determinazione dei punti in cui effettuare la morsettatura dei conduttori, si evita, ad es., di montare le sbarrette antivibranti in una posizione errata, dalla quale difficilmente possono essere recuperate.

Per ottenere risultati maggiormente precisi sono state adottate le equazioni della catenaria, il cui uso è stato reso facile facendo ricorso a particolari diagrammi, basati sulle funzioni iperboliche, i quali permettono di risolvere più rapidamente i vari problemi.

Nelle verifiche effettuate finora su diverse linee, non sono state riscontrate discordanze apprezzabili tra i valori misurati e quelli dedotti dal calcolo. Ciò che ci ha indotto ad esporre il sistema di calcolo da noi normalmente adottato, oltre alla precisione dei risultati ottenuti, è il fatto che esso non differisce molto dal noto calcolo del cambiamento di stato in una serie di campate in sospensione. Infatti come per quest'ultimo, il calcolo è basato sulla nozione della campata equivalente e non tiene conto delle catene di sospensione e degli spostamenti che esse subiscono, nè richiede la conoscenza esatta delle lunghezze delle campate e dei dislivelli. Nessuna influenza hanno pure gli angoli della linea in corrispondenza dei pali di sospensione.

DESCRIZIONE DEL NOMOGRAMMA PER IL CALCOLO DEI TIRI DI POSA.

Nella figurina riportata sul monogramma, a pag. 87, che rappresenta una generica campata a dislivello, sono segnati i simboli adottati per esprimere le varie grandezze che interessano il calcolo di una fune sospesa.

Fra queste grandezze distinguiamo:

- 1) *Caratteristiche geometriche della campata*
 - a lunghezza orizzontale della campata
 - b distanza fra gli attacchi
 - h dislivello fra i suddetti attacchi
 - φ angolo d'inclinazione della corda b sull'orizzontale.
- 2) *Caratteristiche geometriche e meccaniche del conduttore*
 - p peso unitario del conduttore e degli eventuali sovraccarichi
 - A sezione retta
 - E modulo di elasticità
 - R carico di rottura
 - α coefficiente di dilatazione termica.
- 3) *Caratteristiche geometriche della catenaria*
 - C parametro
 - S saetta a metà campata
 - L lunghezza della catenaria.

Il parametro C è legato al tiro orizzontale T_0 dalla nota relazione:

$$C = \frac{T_0}{p}.$$

Se invece si conoscono i tiri T_A e T_B negli attacchi, si ha similmente:

$$Z = \frac{T_A + T_B}{p}$$

nella quale il parametro Z è legato a C dalla relazione approssimata seguente:

$$Z \approx \frac{2C}{\cos \varphi} \cosh \frac{a \cos \varphi}{2C}.$$

Dividendo entrambi i membri per a e posto

$$x = \frac{a \cos \varphi}{C}; \quad z = \frac{Z}{a},$$

si ha:

$$z = \frac{2}{x} \cosh \frac{x}{2}.$$

Un'espressione approssimata della saetta S a metà cam-

(*) DR. ING. GAETANO MUSIO della Montecatini.

pata è la seguente:

$$S \approx \frac{2C}{\cos^3 \varphi} \sinh^2 \frac{a \cos \varphi}{4C}.$$

Dividendo entrambi i membri per a e posto

$$s = \frac{S}{a} \cos^2 \varphi,$$

si ha infine:

$$s = \frac{2}{\kappa} \sinh^2 \frac{\kappa}{4}.$$

Le grandezze adimensionali $\kappa/2$ ed s rappresentano rispettivamente l'ordinata dei punti d'attacco e la freccia di una catenaria a livello di campata unitaria con parametro uguale a $1/\kappa$. Infatti per essa è valida la seguente uguaglianza:

$$\begin{aligned} \frac{z}{2} - s &= \frac{1}{\kappa} \cosh \frac{\kappa}{2} - \frac{2}{\kappa} \sinh^2 \frac{\kappa}{4} = \\ &= \frac{1}{\kappa} \left[\cosh \frac{\kappa}{2} - \left(\cosh \frac{\kappa}{2} - 1 \right) \right] = \frac{1}{\kappa}. \end{aligned}$$

Le altre due grandezze adimensionali che interessano nel calcolo del cambiamento di stato di un conduttore sono le seguenti:

$$q = \frac{p a}{EA} \cdot 10^4 \quad \text{e} \quad K = \frac{L - b}{L} \cdot 10^4$$

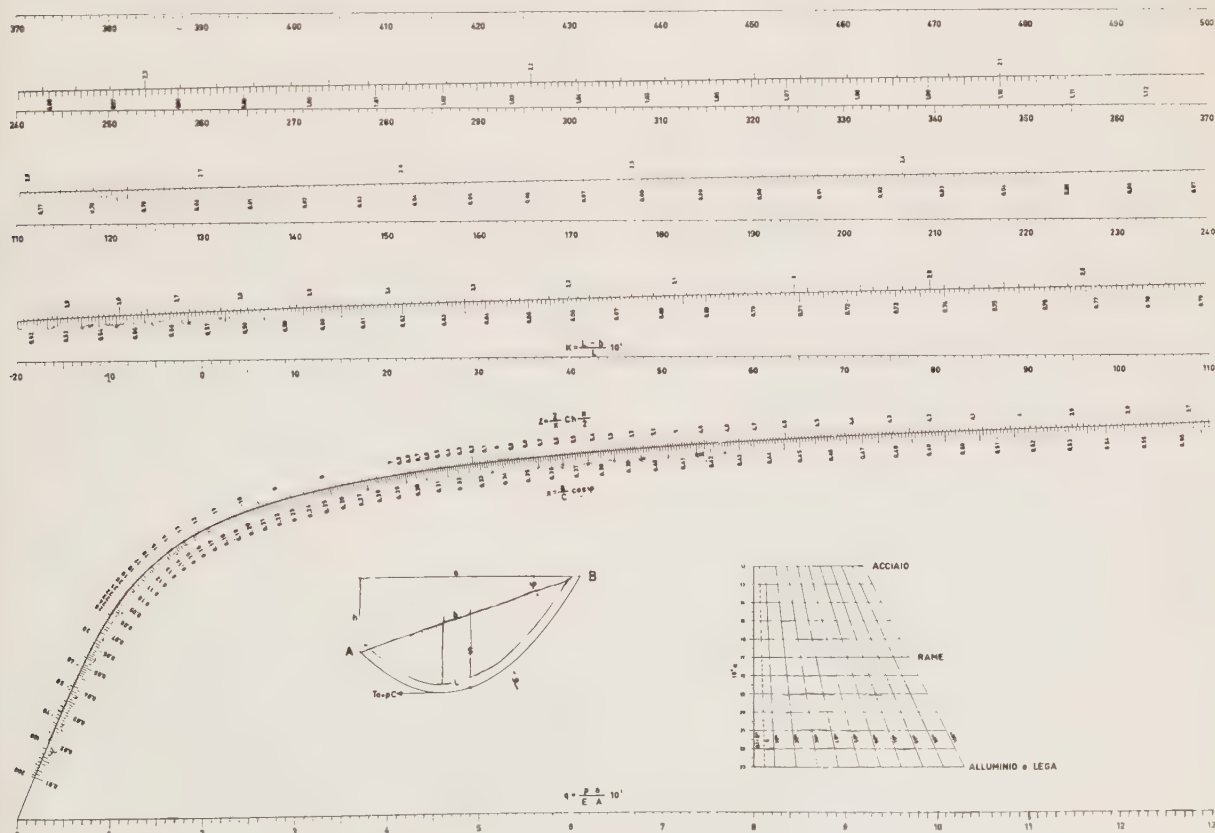
la prima è funzione delle caratteristiche geometriche e meccaniche del conduttore e varia solo con il variare del

sovraccarico, la seconda invece è funzione delle caratteristiche geometriche della catenaria e dipende unicamente dalla temperatura del conduttore. Entrambe queste grandezze variano in proporzione diretta del sovraccarico e rispettivamente della temperatura. Per tale motivo sul nomogramma le grandezze q e K sono riportate con scala lineare su due rette parallele, tra le quali è riportata la curva dei parametri κ e z . Per ragioni di spazio, mediante un semplice artificio, il nomogramma è stato ripartito in quattro parti, sovrapposte tra loro in modo tale che, ad una base comune, sulla quale sono riportati i valori di q , corrispondono quattro rette su cui sono segnati, con successione crescente, i valori di K . In tal modo anche la curva dei parametri κ e z risulta divisa in quattro rami, ciascuno dei quali è riferito alla retta delle K immediatamente al disopra.

Circa il significato fisico dei parametri q e K è facile constatare che il primo rappresenta l'allungamento elastico di un conduttore, cui è applicato uno sforzo di trazione uguale al peso proprio ed agli eventuali sovraccarichi e che, perciò, chiameremo « peso elastico »; il secondo rappresenta, invece, la maggior lunghezza del conduttore sospeso rispetto alla congiungente rettilinea degli attacchi. Poichè entrambi questi parametri sono espressi da numeri molto piccoli si è ritenuto opportuno, per comodità di lettura, riportare sul nomogramma i loro valori moltiplicati per il fattore comune 10^4 .

In condizioni di equilibrio, quindi, quando siano note le caratteristiche geometriche della campata, quelle geometriche e meccaniche del conduttore e una delle caratteristiche geometriche della catenaria, è possibile calcolare con un semplice allineamento le altre due caratteristiche incognite.

In base a quanto è stato già detto circa il significato dei diversi parametri è chiaro che con il nomogramma è possibile eseguire il calcolo del cambiamento di stato di una campata a livello o a dislivello, sia partendo dal



Nomogramma a punti allineati per il calcolo dei tiri di posa.

valore del tiro orizzontale T_0 , sia partendo da quello del tiro medio

$$T_m = \frac{T_A + T_B}{2}.$$

Per far ciò basta unire con una riga i tre punti corrispondenti della base, su cui sono segnati i valori di q , di una delle rette parallele alla base, portante i valori di K , e della curva relativa ad essa sulla quale si leggono i tiri.

Notiamo che ad un dato valore del tiro, cioè ad un determinato punto della curva su cui sono riportati i valori di x e z corrispondono la lunghezza L effettiva per $q = 0$ e la lunghezza L_r a riposo, cioè del conduttore non sottoposto ad alcuno sforzo di trazione, per q diverso da zero. A questi due allineamenti corrispondono pertanto due diversi valori del parametro K , che per distinguerli indicheremo il primo genericamente con K ed il secondo con K_r . Dei due quello che per noi ha maggior interesse è però solo il secondo, in quanto nelle variazioni di stato, il valore di K_r dipende solo dalla temperatura. Sul nomogramma è stato aggiunto, perciò, un diagramma che fornisce immediatamente le variazioni di K_r con la temperatura, per ogni valore del coefficiente di dilatazione termica α del conduttore. Questo diagramma è limitato alle variazioni positive della temperatura: per quelle negative basta infatti sottrarre, anziché sommare, le precedenti variazioni ai valori di K_r .

Infine, poichè i parametri che compaiono sul nomogramma sono espressi da grandezze adimensionali, il suo uso è indipendente dal sistema di misure e può essere adottato sia con le unità del sistema metrico decimale, che con le unità del sistema anglosassone.

CAMBIAMENTO DELLO STATO DI EQUILIBRIO DI UN CONDUTTORE SOSPESO.

Abbiamo già detto che la lunghezza a riposo L_r , ovvero il parametro

$$K_r = \frac{L_r - b}{L_r} \cdot 10^4$$

varia solo con la temperatura e non dipende dalle altre condizioni esterne. Ciò è vero finchè si immaginano gli attacchi fissi, ma non lo è altrettanto quando per lo spostamento delle catene si ha una variazione di b , oppure il conduttore può scorrere sugli attacchi, ad esempio nel caso di conduttore appoggiato su carrucole, per cui si varia la lunghezza L_r immessa nella campata. Inoltre si possono verificare variazioni nelle condizioni interne, a seguito dell'assestamento che subiscono i conduttori cordati per effetto della durata dei carichi e dell'aumento delle sollecitazioni dovute a forti sovraccarichi. L'assestamento provoca infatti una modificazione delle caratteristiche meccaniche dei conduttori, con conseguente aumento del modulo di elasticità, cui corrisponde una diminuzione del peso elastico, e contemporaneo aumento della lunghezza a riposo, ovvero del parametro K_r .

Queste variazioni non sono affatto trascurabili e per taluni conduttori, costituiti da materiali elasto-plastici come l'alluminio, possono essere equivalenti ad un aumento virtuale della temperatura effettiva di alcune decine di gradi. Per il modulo di elasticità vengono spesso dati, per ogni conduttore, i due valori iniziale e finale, corrispondenti a quelli di tesatura e di conduttore già assestato.

In generale quindi, con il cambiamento di stato, si avranno delle variazioni sia della lunghezza a riposo, che della distanza tra gli attacchi; tuttavia, poichè queste variazioni sono sempre alquanto piccole, potremo senz'altro uguagliare l'incremento di K_r al differenziale to-

tale rispetto a b e a L_r . Quindi a meno di infinitesimi di ordine superiore a Δb e a ΔL_r avremo:

$$\begin{aligned} \Delta K_r &= \left(\frac{\partial K}{\partial b} \Delta b + \frac{\partial K}{\partial L_r} \Delta L_r \right) \cdot 10^4 = \\ &= \left(-\frac{\Delta b}{L_r} + \frac{b}{L_r^2} \Delta L_r \right) \cdot 10^4 = \\ &= \frac{b}{L_r} \left(-\frac{\Delta b}{b} + \frac{\Delta L_r}{L_r} \right) \cdot 10^4. \end{aligned}$$

Questa espressione può essere ulteriormente semplifi-

cata considerando $\frac{\Delta b}{b} = 1$ e ponendo $\frac{\Delta b}{b} = \frac{\Delta a}{a}$; inoltre si può scindere $\frac{\Delta L_r}{L_r}$ nelle due componenti relative

allo scorrimento e alle variazioni di temperatura, cioè:

$$\frac{\Delta L_r}{L_r} = \left(\frac{\Delta L_r}{L_r} \right)_s + \left(\frac{\Delta L_r}{L_r} \right)_t.$$

Se con Δt indichiamo la variazione di temperatura effettiva del conduttore e con Δt_v quella virtuale relativa all'assestamento, potremo scrivere:

$$\left(\frac{\Delta L_r}{L_r} \right)_t = \alpha (\Delta t + \Delta t_v)$$

mentre il primo termine può essere semplificato a sua volta considerando:

$$\left(\frac{\Delta L_r}{L_r} \right)_s = \frac{\Delta L}{a}$$

in cui ΔL è positivo quando nella campata si immette una maggior lunghezza di conduttore, negativo in caso contrario.

In generale l'incremento di K_r sarà quindi:

$$\Delta K_r = \left[\frac{\Delta L - \Delta a}{a} + \alpha (\Delta t + \Delta t_v) \right] 10^4$$

Si vede dalla suddetta espressione come agli effetti del cambiamento di stato le condizioni di conduttore su carrucole o morsettato alle catene di sospensione siano equivalenti. La differenza di segno tra ΔL e Δa deriva dal fatto che all'allungamento del conduttore, in una campata di lunghezza fissa, corrisponde una diminuzione del tiro; viceversa all'aumento della distanza tra gli attacchi, in una campata nella quale sia stesa una lunghezza fissa di conduttore, corrisponde un aumento del tiro. Se invece ad un aumento della campata corrisponde un uguale allungamento del conduttore il tiro rimane invariato, infatti per $\Delta L = \Delta a$ si ha $\Delta K_r = 0$.

Quest'ultima asserzione è importante perchè ci permette di non considerare gli spostamenti delle catene dalla posizione verticale nella condizione di conduttore su carrucole. Infatti, se immaginiamo di eseguire lo stendimento su carrucole montate agli estremi di catene di sospensione le quali siano impedito dal ruotare intorno agli attacchi alle mensole, il conduttore si disporrà nelle diverse campate in modo tale da trasmettere attraverso le carrucole lo stesso tiro assiale. Le differenze tra i tiri orizzontali delle campate adiacenti agiranno quindi sugli assi delle carrucole nel senso di far spostare le catene dalla loro posizione verticale. Se a questo punto si lascia le catene libere di ruotare, in tale movimento si avrà uno scorrimento del conduttore da una campata all'altra, il quale sarà compensato da un uguale spostamento delle catene.

Per quanto è stato detto in precedenza, le variazioni di tiro che risultano da quest'ultimo movimento sono nulle; restano, però, le variazioni delle lunghezze effettive delle campate, di cui sarebbe facile tener conto nel calcolo delle frecce, ma che si possono senza grave errore trascurare.

In definitiva nel determinare la posizione in cui collocare i morsetti, durante la regolazione dei conduttori, conviene partire dai punti del conduttore situati sulla verticale passante per gli attacchi delle catene alle mensole e non considerare gli spostamenti che le catene stesse subiscono per effetto degli squilibri.

In pratica, dopo aver verificato che i tiri e le frecce del conduttore su carrucole corrispondono a quelli di calcolo, si segnano i punti dei conduttori situati sulla verticale per gli attacchi delle catene alle mensole (vedi fig. 1) e a partire da essi si riportano le lunghezze ΔV degli scorrimenti nelle sospensioni. Nei punti in cui cadono tali misure si applicano i morsetti di sospensione e quindi si effettua il collegamento alle catene.

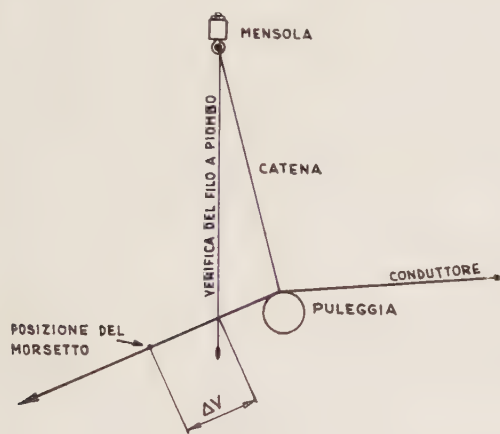


Fig. 1. — Determinazione della posizione in cui applicare il morsetto di sospensione.

In un gruppo di n campate l'allungamento ΔL_i del conduttore nella campata i ma risulta:

$$\Delta L_i = \Delta V_{i+1} - \Delta V_i$$

cioè è uguale alla differenza tra gli scorrimenti nei rispettivi appoggi laterali.

Noti gli allungamenti nelle singole campate, dalla relazione suddetta si ricavano gli scorrimenti nelle sospensioni intermedie, i quali si riportano verso le campate che precedono, se sono di segno positivo, e nell'altro verso in caso contrario.

Il valore della campata equivalente ad un gruppo di campate in sospensione si determina imponendo la condizione che la lunghezza a riposo del conduttore steso in tutta la tratta rimanga invariata, cioè che si abbia

$$\sum_{i=1}^n \Delta L_i = 0 \text{ per il conduttore su carrucole, ovvero}$$

$$\sum_{i=1}^n \Delta a_i = 0 \text{ per il conduttore morsettato.}$$

Le due suddette condizioni conducono, come già detto, ad un identico risultato; quindi ad un uguale cambiamento di temperatura corrispondono uguali variazioni del tiro orizzontale equivalente, sia per il conduttore su carrucole, sia per il conduttore morsettato.

La campata equivalente ad un gruppo di campate a dislivello è anch'essa una campata a dislivello di lunghezza orizzontale a_e e distanza tra gli attacchi b_e date dalle seguenti espressioni:

$$a_e = \frac{\sum b_i}{\sum a_i} \sqrt{\frac{\sum a_i^5 / b_i^2}{\sum a_i}}$$

$$b_e = \frac{\sum b_i}{\sum a_i} a_e$$

dalle quali si deduce:

$$\cos \varphi_e = \frac{\sum a_i}{\sum b_i}$$

CALCOLO DEGLI ALLUNGAMENTI NELLE SINGOLE CAMPATE DURANTE LA REGOLAZIONE.

In una campata qualunque si ha come è noto:

$$T_B - T_A = p h$$

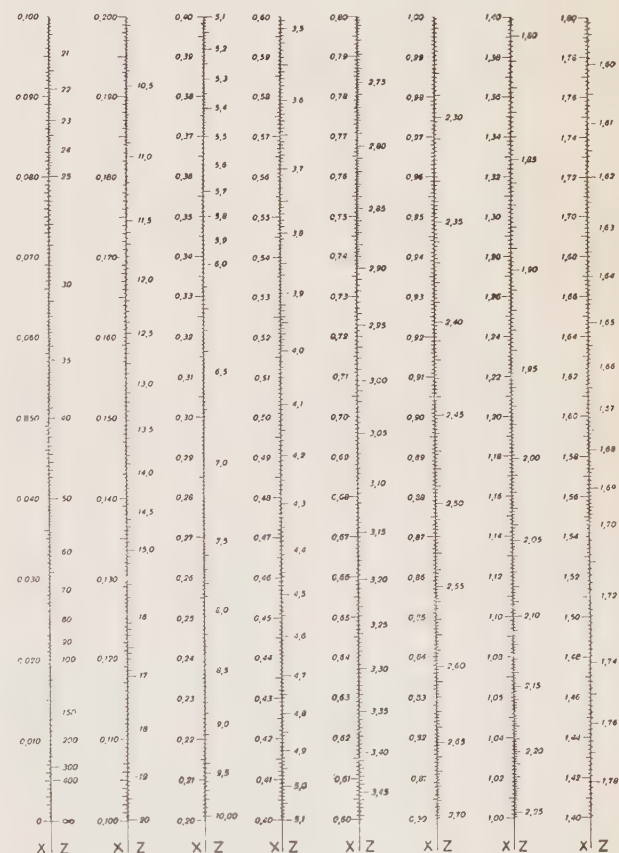
ossia la differenza tra i tiri assiali negli attacchi laterali è uguale al peso di un tratto di conduttore pari al dislivello esistente tra i suddetti attacchi.

Se scriviamo la stessa relazione per la prima e la seconda campata del gruppo e sommiamo membro a membro, otteniamo:

$$(T_{B1} + T_{B2}) - (T_{A1} + T_{A2}) = p (h_1 + h_2).$$

Nella condizione di conduttore su carrucole, nell'ipotesi che queste siano senza attriti, si ha come già detto

TAV. I.



$$Z = \frac{2}{x} \operatorname{ch} \frac{x}{2}$$

$T_{B1} = T_{A2}$; quindi la precedente relazione può essere scritta come segue:

$$(T_{A2} + T_{B2}) - (T_{A1} + T_{B1}) = p (h_1 + h_2)$$

e ricordando che abbiamo posto

$$\frac{T_A + T_B}{p} = Z$$

si ha infine:

$$Z_2 - Z_1 = h_1 + h_2.$$

In generale, fissato il valore di Z_1 nella prima campata, quelli nelle campate successive risultano:

$$Z_i = Z_1 + h_{1i}$$

dove

$$h_{1i} = (h_1 + h_i) + 2(h_2 + h_3 + \dots + h_{i-1}).$$

Il tiro orizzontale che, a regolazione avvenuta, si stabilisce in tutte le campate del gruppo è funzione di Z_1 e si calcola facilmente, con l'uso del nomogramma, nel modo seguente:

1) in base al valore di Z_1 nella prima campata si calcolano i valori di Z_i nelle campate successive;

2) si leggono sul nomogramma i valori di K_{ri} corrispondenti agli allineamenti tra i valori di

$$z_i = \frac{Z_i}{a_i} \quad \text{e} \quad q_i = \frac{p a_i}{E A} 10^4.$$

3) si calcolano i prodotti

$$\varepsilon_{ci} = a_i K_{ri} \cdot 10^{-4},$$

4) in corrispondenza dell'allineamento tra i valori di

$$q_e = \frac{p a_e}{E A} 10^4 \quad \text{e} \quad K_e = \frac{\sum \varepsilon_{ci}}{\sum a_i} \cdot 10^4$$

si legge il valore del parametro x_e .

Il tiro orizzontale T_0 incognito risulta quindi:

$$T_0 = \frac{p a_e}{x_e} \cos q_e.$$

Per il calcolo degli allungamenti nelle singole campate si procede come segue:

a) si calcolano i valori dei parametri

$$x_i = \frac{p a_i \cos \varphi_i}{T_0}$$

b) si leggono sul nomogramma i valori di K_{ri} corrispondenti agli allineamenti tra i valori di x_i e q_i determinati in precedenza

c) si calcolano i prodotti

$$\varepsilon_{0i} = a_i K_{ri} \cdot 10^{-4}.$$

Se tutte le operazioni suddette sono state eseguite senza alcun errore, alla fine deve risultare $\sum \varepsilon_{ci} = \sum \varepsilon_{0i}$, e gli allungamenti nelle singole campate sono uguali a:

$$\Delta L_i = \varepsilon_{ci} - \varepsilon_{0i}.$$

Gli scorrimenti ΔV nelle singole sospensioni si deducono dai valori degli allungamenti con la formula data in precedenza.

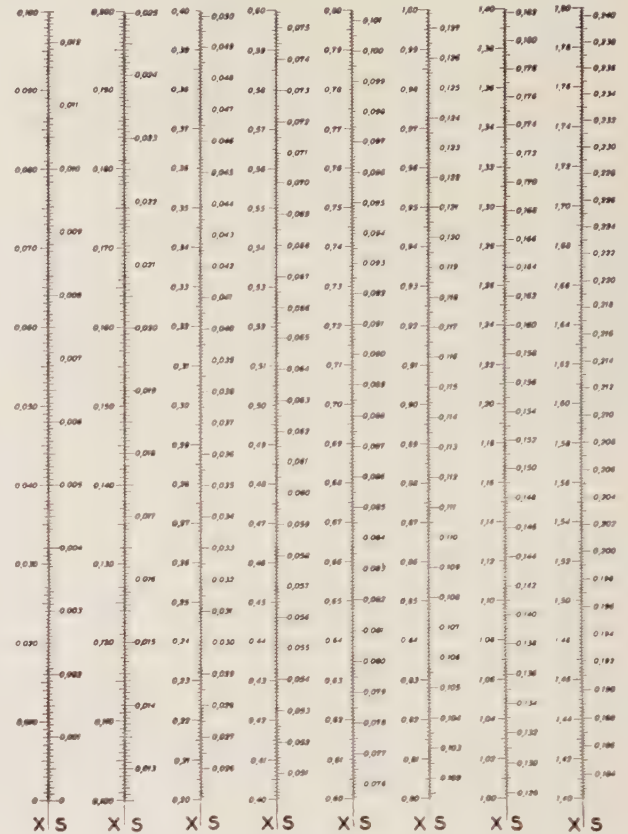
Nel progetto di una linea però, vengono stabiliti i tiri orizzontali T_0 , che il conduttore deve assumere alla fine della regolazione, e non i valori dei tiri di posa, ovvero di Z_1 . Perciò nei calcoli bisognerebbe seguire il procedimento inverso a quello illustrato. Purtroppo ciò non è possibile che per tentativi. D'altra parte, poichè per piccole variazioni è valida con sufficiente approssimazione la seguente relazione:

$$\Delta T_m = \Delta T_0$$

ovvero, per la prima campata, $\Delta Z_1 = 2 \Delta C$, è sufficiente un solo tentativo per giungere alla soluzione cercata.

Notiamo infine che, poichè nello stendimento il conduttore non ha subito ancora l'assestamento, il modulo

TAV. 2



TAV. 3



$$K = \left(1 - \frac{x}{2 \text{Sh} \cdot 4}\right) 10^4$$

di elasticità da introdurre nel calcolo di q_i è quello iniziale e non quello finale.

TAVOLE DELLE GRANDEZZE UNITARIE.

Abbiamo visto in precedenza come il calcolo delle campate a dislivello si possa, con alcune semplificazioni, ricondurre a quello della campata unitaria a livello. Per tale motivo sulle tavole allegate sono stati riportati i valori delle grandezze unitarie che maggiormente interessano nel calcolo della campata unitaria. Gli stessi valori sono serviti per la costruzione del nomogramma o possono servire per eventuali sue modifiche. Infatti, se ai valori di z si sostituiscono sul nomogramma i valori di s corrispondenti, il calcolo del cambiamento di stato può essere eseguito direttamente in base alle frecce.

Le semplificazioni introdotte nelle formule che danno i valori delle lunghezze, dei tiri medi e delle saette conducono a dei valori leggermente diversi da quelli esatti; in particolare per un dato valore di x le lunghezze risultano un po' più piccole, ma sempre in modo inapprezzabile, i tiri medi minori e le saette leggermente maggiori.

Le maggiori discordanze si verificano nella relazione che lega i tiri medi ai tiri orizzontali, specie nelle campate con dislivelli molto forti in cui si abbiano contemporaneamente valori molto bassi dei suddetti tiri. In questo caso, nei calcoli che si eseguono a partire dai valori dei tiri medi, prima di passare alle grandezze della campata unitaria, è opportuno moltiplicare i corrispondenti valori di Z per il seguente fattore di correzione:

$$\eta = 1 - \frac{1}{3} \left(\frac{h}{Z} \right)^2$$

e quindi procedere con le stesse modalità già dette in precedenza.

Un modo molto semplice per calcolare il valore della campata equivalente, con l'ausilio della tabella ($x - K$), è il seguente:

1) si leggono i valori di K_i in corrispondenza dei valori di

$$x_i = \frac{a_i \cos \varphi_i}{1000}$$

per ciascuna campata del gruppo;

2) si calcolano i prodotti

$$\varepsilon_i = a_i K_i \cdot 10^{-4}$$

3) in corrispondenza di

$$K = \frac{\sum \varepsilon_i}{\sum a_i} \cdot 10^4$$

si legge il valore

$$x = \frac{a_e \cos \varphi_e}{1000},$$

dal quale, essendo

$$\cos \varphi_e = \frac{\sum a_i}{\sum b_i}$$

si risale facilmente a quello della campata equivalente a_e .

ESEMPIO.

In un gruppo di sei campate si debba stendere un conduttore in alluminio-acciaio di sezione complessiva $A = 616,23 \text{ mm}^2$; formazione: alluminio $60 \times 3,35 \text{ mm}$ - acciaio $19 \times 2,45 \text{ mm}$; diametro esterno $32,2 \text{ mm}$; peso unitario $p = 2,181 \text{ kg/m}$; carico di rottura $R = 18\,540 \text{ kg}$; modulo di elasticità: iniziale $E_i = 5\,080 \text{ kg/mm}^2$, fi-

nale $E = 6\,770 \text{ kg/mm}^2$, coefficiente di dilatazione termica $\alpha = 18,7 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$.

Il gruppo di campate considerate sia quello della tabella a pag. 92, nella quale sono riportati i dati per il calcolo della campata equivalente degli spostamenti, dei tiri e delle frecce di posa.

In corrispondenza di

$$K = \frac{\sum \varepsilon}{\sum a} \cdot 10^4 = \frac{10,360}{1905} \cdot 10^4 = 54,383$$

si legge $a_{0e} = 361,9 \text{ m}$ dal quale si ricava

$$a_e = 361,9 \cdot \frac{2038,58}{1905} = 387,3 \text{ m}$$

per il valore della campata equivalente.

Il tiro orizzontale finale, cioè con conduttore assestato, alla temperatura di $+40^\circ\text{C}$ sia: $T_0 = 1\,527 \text{ kg}$. Ad esso corrisponde il parametro $C = 700 \text{ m}$, in base al quale è stata eseguita la dislocazione dei sostegni sul profilo.

Il tiro orizzontale iniziale all'atto della regolazione, alla temperatura di $+10^\circ\text{C}$, si calcola in funzione della campata equivalente a partire dal suddetto tiro finale, tenendo conto dell'allungamento per assestamento del conduttore e della variazione del suo modulo di elasticità.

Consideriamo che l'allungamento del conduttore per effetto dell'assestamento in tutta la durata della linea, ad esempio 30 anni, sia equivalente ad un aumento virtuale della temperatura di 40°C . La diminuzione di K_r , nel passaggio dalla condizione finale a quella iniziale, risulta perciò:

$$\Delta K_r = \alpha (\Delta t + \Delta t_v) \cdot 10^4 = 18,7 (30 + 40) \cdot 10^{-2} = 13,09$$

mentre il peso elastico aumenta da

$$q = \frac{p a_e}{E A} \cdot 10^4 = 2,025 \text{ a } q_i = \frac{p a_e}{E_i A} \cdot 10^4 = 2,698.$$

Sul nomogramma si esegue l'allineamento tra il valore di $q = 2,025$ ed il valore di

$$x = \frac{a_{0e}}{C} = \frac{361,9}{700} = 0,517,$$

ai quali corrisponde sulla retta delle K il valore di $K_r = 106,74$ nella condizione finale. L'allineamento tra $K_r = 106,74 - 13,09 = 93,65$ e $q_i = 2,698$ fornisce $x_i = 0,4893$, dal quale si ricava:

$$C_i = \frac{a_{0e}}{x_i} = \frac{361,9}{0,4893} = 739,6 \text{ m e } T_{0i} = p C_i = 1613 \text{ kg.}$$

Per il calcolo dei tiri di posa, cui corrisponde alla fine della regolazione lo stesso tiro orizzontale $T_{0i} = 1\,613 \text{ kg}$ in tutte le campate del gruppo, poniamo per tentativo $Z_1 = 2\,000 \text{ m}$ nella prima campata. Il parametro che corrisponde a tale valore di Z_1 risulta $C_i = 681,6 \text{ m}$, cioè inferiore di 58 m al parametro calcolato per la temperatura di 10°C . Per ottenere $C_i = 739,6 \text{ m}$ poniamo

$$Z_1 = 2\,000 + 2 \times 58 = 2\,116 \text{ m}$$

ed eseguiamo il calcolo di verifica come nelle colonne da 11 a 19 della tabella a pag. 92.

Come si vede nella tabella, oltre alla condizione $\sum \varepsilon_e = \sum \varepsilon_0$, si ha anche:

$$K_{ri} = \frac{17,840}{1905} \cdot 10^4 = 93,65$$

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sostegno		a	h	h_{1i}	b	$a_0 = a \cos \varphi$	$x = (K a_0 / 1000)$	$\varepsilon = a K \cdot 10^{-4}$	$b_0 = a / \cos^2 \varphi$	$q_i = 10^4 p a (E_i A)$
n°	Tipo	m	m		m	m		m	m	
1	A	437	— 155,53	—	463,85	411,70	70,25	3,070	492,35	3,045
2	S	366	— 79,86	— 235,39	374,61	357,59	53,08	1,943	383,43	2,550
3	S	506	— 222,87	— 538,12	552,81	463,07	88,80	4,493	604,16	3,525
4	S	171	— 65,05	— 826,04	182,95	159,83	10,63	0,182	195,74	1,191
5	S	218	— 98,28	— 989,37	239,13	198,74	16,42	0,360	262,31	1,519
6	S	207	— 88,52	— 1176,17	225,13	190,33	15,08	0,312	244,85	1,442
7	A	1905			2038,58			10,360		

11	12	13	14	15	16	17	18	19
Z	$z = Z/a$	K_r	$\varepsilon_0 = a K_r \cdot 10^{-4}$	$x_0 = a_0 / C_i$	K_{0r}	$\varepsilon_0 = a K_{0r} \cdot 10^{-4}$	$\Delta I = \varepsilon_c - \varepsilon_0$	ΔV
m			m			m	m	m
2116,00	4,842	66,7	2,915	0,5567	122,8	5,366	— 2,451	0
1880,61	5,138	59,0	2,159	0,4835	91,7	3,356	— 1,197	— 2,451
1577,88	3,118	184,3	9,326	0,6261	156,0	7,894	1,432	— 3,648
1289,96	7,544	25,3	0,432	0,2161	14,0	0,239	0,193	— 2,216
1126,63	5,168	60,7	1,323	0,2687	24,3	0,530	0,793	— 2,023
939,83	4,540	81,4	1,685	0,2573	22,0	0,455	1,230	— 1,230
			17,840			17,840		0

CONDUTTORE A + 10 °C

Su carrucole				Su catene		
20	21	22	23	24	25	26
x	$T = p a_0 / z$	s	$S = s b_0$	$T_0 = p C_i$	s_0	$S_0 = s_0 b_0$
	kg		m	kg		m
0,4222	2127	0,0530	26,095	1613	0,07001	34,469
0,3970	1964	0,0498	19,095	1613	0,06072	23,282
0,6789	1488	0,08567	51,758	1613	0,0789	47,668
0,2675	1303	0,0335	6,557	1613	0,02704	5,293
0,3946	1098	0,0495	12,984	1613	0,03362	8,819
0,4517	919	0,0567	13,883	1613	0,03222	7,889

cui corrisponde il parametro $C_i = 739,6$ m, stabilito in precedenza.

Infine nelle colonne da 20 a 26 sono stati calcolati i tiri orizzontali e le frecce del conduttore, nelle due condizioni di posa e di conduttore già regolato.

Dai valori dei tiri orizzontali nella condizione di posa, calcolati in tabella, si deducono gli sforzi orizzontali che i conduttori trasmettono ai sostegni. Nel nostro caso cia-

scun conduttore, per il solo fatto di essere adagiato sulle carrucole, esercita sul secondo sostegno di sospensione uno sforzo orizzontale di 476 kg. In genere questi squilibri variano poco con il tiro di stendimento, perciò nelle operazioni di tesatura è sufficiente adottare carrucole molto scorrevoli per evitare che gli sforzi agenti sui sostegni si discostino molto da quelli dedotti con il calcolo.

Manoscritto pervenuto il 2 maggio 1960.

LETTERE ALLA REDAZIONE

A proposito del circular mil

Riopaila (Colombia), 22 luglio 1960

Con molto ritardo dovuto al tempo che impiega la Rivista ad arrivare quaggiù, mi permetto alcune osservazioni alla proposta del Sig. F. Bonanini circa l'adozione della unità « millimetro circolare » apparsa nel n. 4 del 1960 della Rivista.

Da oltre tredici anni mi trovo in Sudamerica in paesi che usano le « atroci » misure inglesi e posso dire di non avere trovato nessun vantaggio nell'uso del « circular mil ». A parte le tabelle che ciascun tecnico tiene sempre alla mano, l'operazione di fare un quadrato e quella di calcolare l'area del cerchio, richiedono lo stesso tempo e lo stesso movimento con il regolo, servendosi sia del coefficiente « C » segnato in tutti i regoli, sia dei tre fili del cursore.

Il caso del conduttore a sezione circolare massiccia, rappresenta forse l'eccezione e non la regola; per i cavi in cui la sezione non è legata strettamente al diametro e per i conduttori di forma diversa dalla circolare e che rappresentano la maggioranza, il millimetro circolare non ha senso. Abbinare le due unità di misura, cosa che neppure gli americani usano fare, sarebbe una pericolosa fonte di confusioni con conseguenze facili ad immaginare.

La tecnica americana è fedele ad antiche tradizioni (come per es. indicare la capacità delle caldaie in cavalli) e probabilmente siccome alle origini dell'elettrotecnica gli unici conduttori usati erano i fili rotondi, inventarono il « circular mil ».

Analogamente gli idraulici americani dovrebbero usare come unità di misura per l'area dei tubi a sezione circolare, che costituiscono indubbiamente la grande maggioranza, il pollice circolare, mentre invece tutte le tabelle indicano la sezione in pollici quadrati.

Dott. ing. GUIDO POLI-SPOLVERINI

*

Comportamento dinamico dei trasformatori in corto circuito

Milano, 29 ottobre 1960

Ho letto l'articolo « Verifica del comportamento dinamico dei trasformatori in condizioni di corto circuito a tensione nominale » del dr. ing. Antonio Ciniero delle Industrie Elettriche di Legnano, articolo che avete pubblicato nel n. 9 XLVII (10-9-60) della Rivista.

Questo articolo ha il merito di riprendere, analizzandolo nei dettagli, un problema che, pur essendo, e da parecchio tempo, convenientemente risolto, viene tutt'ora, da molti tecnici, guardato con diffidenza.

L'A. vi illustra un'applicazione del noto metodo della bobinetta-sonda per la verifica dei flussi dispersi ed espone alcune considerazioni sulle difficoltà inerenti alla progettazione e costruzione di trasformatori atti a resistere agli sforzi di corto circuito.

Ritengo opportuno e, spero, interessante per i cultori dell'argomento, riprendere in parte tali considerazioni sulla base di una diversa esperienza.

1) Nell'articolo si legge, a più riprese, di ritiri, spostamenti, deformazioni, variazioni degli avvolgimenti provocati dal trattamento della macchina montata; sarebbero questi a togliere attendibilità ai calcoli preventivi ed a dare la massima importanza alla verifica sperimentale

tale con la sonda. Mi sembra che tale inconveniente non sia da prendere in eccessiva considerazione poichè, secondo una tecnica da tempo applicata, gli avvolgimenti si possono condizionare, pressare e registrare prima del montaggio.

Con questo procedimento infatti gli avvolgimenti, durante il trattamento finale, resteranno o torneranno tutti alle volute dimensioni, realizzando le desiderate distribuzioni di amperspire, con tolleranze di cui si può tener già conto in sede di calcolo.

La pratica applicazione di questo procedimento comporta ovviamente maggiori costi di costruzione; esso d'altra parte è indispensabile se si vuole garantire la sicurezza dei trasformatori in c.c. Una conferma: proprio nello stesso n. 9 della Rivista, nella recensione di un articolo che tratta lo stesso argomento (39 b pag. 122 D) si legge che l'A. (in questo caso il sig. R. Aftalion) « mette in rilievo la necessità di stabilizzare e precomprimere assialmente gli avvolgimenti, anche se ciò porta un gravame economico nella costruzione dei trasformatori ».

2) L'articolo, che inizia considerando come ausiliario del calcolo il metodo della sonda, sembra giunga infine alla conclusione che esso sia insostituibile per una determinazione sufficientemente attendibile degli sforzi. Invece, a mio avviso, il metodo sperimentale delle sonde non è mai indispensabile: esso può essere indubbiamente utile in fase di messa a punto di un sistema di calcolo per un determinato tipo costruttivo; sarà molto meno utile poi, giacchè il calcolo, anche con mezzi ben più modesti della Univac o della IBM 705, può bastare alla verifica della sicurezza della macchina dopo essere stato indispensabile in sede di progettazione.

3) L'interpretazione dei valori forniti dalla sonda non è poi così semplice come potrebbe sembrare. Ad esempio le sonde descritte dall'A. (2×4 cm) sono molto grandi per le misure sulle testate e in vicinanza delle lacune, che sono punti di discontinuità nella distribuzione delle amperspire; ivi queste sonde possono dare soltanto valori medi da cui non è semplice risalire ai valori puntuali. La sonda, per evidenti ragioni, non dovrebbe essere più larga dei singoli conduttori e dei canali degli avvolgimenti da esaminare.

Anche la svalutazione dell'effetto della cassa, dichiarato del tutto trascurabile, può essere una conseguenza della sonda troppo grande. L'influenza della cassa può essere notevole e, in ogni modo, non conviene ignorarla, perchè nello studio del flusso disperso la cassa gioca un ruolo importante: le minime dimensioni della cassa possono essere stabilite dall'ingombro dell'estraibile e dalla tensione di prova, ma anche dalla necessità di contenere le perdite addizionali, i riscaldamenti locali e gli sforzi di c.c.

Facendo una verifica sperimentale sarebbe un peccato trascurare la cassa, tanto più che la si può sostituire con un simulacro di lamiera. Quando la prova si fa in monofase il simulacro può essere semplicissimo perchè non deve assicurare il concatenamento delle fasi.

Ancora: l'A. rilevati, in corrispondenza radiale, all'interno ed all'esterno dell'avvolgimento, valori non uguali di flusso ne ha fatto la media. Questo può appena andare lungo l'avvolgimento, ma vicino alle grosse discontinuità delle amperspire, cioè nei punti più pericolosi, nello spessore dell'avvolgimento può esserci, come si può verificare col calcolo, un massimo del valore del flusso radiale, an-

che notevolmente più alto del maggiore dei valori misurabili sulle pareti.

Questo massimo non può, ovviamente, essere rivelato dalla sonda per cui essa è insufficiente per la verifica delle sollecitazioni sui singoli conduttori, in particolare su quelli prossimi alle discontinuità, conduttori che, spesso, sono quelli che cedono sotto un effetto « svergolante » che è normalmente ben più forte dello sforzo assiale considerato separatamente.

4) A questo proposito rilevo che l'A. ha rivolto la sua attenzione soltanto agli sforzi puramente assiali e particolarmente agli sforzi dovuti al disassamento. Infatti questi sforzi possono essere molto pericolosi, ma una oculata scelta dello schema, una corretta esecuzione degli avvolgimenti e un adeguato sistema di montaggio consentono di contenere tali sforzi entro limiti sicuramente sopportabili. Invece anche altri sforzi possono essere parimenti o più preoccupanti; compresi gli sforzi puramente radiali (nelle « conclusioni » si legge che gli sforzi assiali sono i più temibili, ma com'è facilissimo verificare, le macchine di maggior potenza, di gran moda al giorno d'oggi, viaggiano facilmente al limite della tollerabilità degli sforzi radiali in caso di pieno c.c.) e compresi anche gli sforzi di reazione elastica sugli ammassaggi, provocati dagli avvolgimenti che risultano soltanto compresi dagli sforzi di c.c. (l'A., nell'appendice, dice che questi avvolgimenti non esercitano alcuna pressione sui sistemi di ammassaggio alle estremità e sulle armature nel nucleo).

5) A pag. 544, capoverso VIII si legge « ... e non si riusciva a rendersi conto come avvolgimenti privi di prese, aventi uguale altezza, presentassero asimmetrie nell'andamento del flusso radiale ».

Gradirei conoscere il problema cui allude l'A. in questo punto, problema che potrebbe anche essere assai interessante per ulteriori sviluppi. Non credo infatti che intendesse far riferimento alla necessità della compensazione assiale delle amperspire che è storia vecchia. Gli avvolgimenti « americani » che si diffusero in Italia dopo il 1925: AT a disco continuo, bt ad elica con trasposizione continua, erano ad amperspire assialmente compensate; infatti i canali d'estremità dell'elica erano molto più larghi dei normali allo scopo di diluire le amperspire su questo avvolgimento, come il robusto isolamento rinforzato delle spire di testa le diluiva sull'avvolgimento di AT (si possono vedere le figg. 31 a-b-c a pag. 213 dei Rendiconti della XXXVI r.a. AEI - Perugia 1931).

A questo proposito mi piace ricordare che alla CEMSA di Saronno, nel 1926 o '27, l'ing. Eugenio Manzini, che a quell'epoca non poteva che essere molto giovane, dedusse l'importanza della compensazione dall'esame di un solo trasformatore (di altra progettazione) che era riu-

scito, nonostante le uguali lunghezze e la simmetria degli avvolgimenti, con perdite e tensione di c.c. molto più alte del previsto. Da allora gli avvolgimenti dei trasformatori CEMSA furono compensati scrupolosamente, in relazione allo schema, come, d'altra parte, sono gli avvolgimenti di tutti i trasformatori costruiti bene.

6) Vorrei ora aggiungere alcune considerazioni in merito a questa compensazione assiale delle amperspire negli avvolgimenti concentrici: la compensazione è canone fondamentale per la buona costruzione ma non serve esagerare.

In base alle dimensioni degli avvolgimenti ed alla loro distanza reciproca, irregolarità delle amperspire come quelle provocate dalle normali sezioni d'avvolgimento, e relativi canali, non hanno alcuna dannosa influenza.

Già che un trasformatore, agli effetti del comportamento in c.c., non si può giudicare soltanto dalla lunghezza degli avvolgimenti, dagli spostamenti assiali o dalle asimmetrie.

Come le altre costruzioni ogni trasformatore ha delle possibilità di sopportare gli sforzi (possibilità che, purtroppo, si riducono con l'invecchiamento) e, in esercizio, sarà sottoposto a sforzi; è la relazione fra queste grandezze che decide il comportamento della macchina.

La C.E.M. — Costruzioni Elettromeccaniche Milano — costruì, or sono parecchi anni, degli autotrasformatori da 20 000 kVA; lo schema era assai complesso e la regolazione estesa. Dopo accuratissimo studio (anche per la verifica dei riscaldamenti localizzati nei conduttori, negli anelli d'estremità, schermi ed altre parti metalliche) questi autotrasformatori furono realizzati in maniera che funzionavano contemporaneamente ad avvolgimenti concentrici ed alternati; parlare di lunghezza uguale degli avvolgimenti non aveva senso, neppure sembrava logica, sulla base dei soliti concetti di compensazione, la distribuzione delle amperspire suggerite dal calcolo.

Fu dato credito al calcolo: in base all'entità degli sforzi previsti le superfici d'appoggio degli avvolgimenti furono convenientemente aumentate rispetto alle costruzioni normali e di conseguenza fu potenziato il raffreddamento (e poi si dice che certe macchine costano di più).

Il calcolo ancora una volta ha avuto ragione: gli autotrasformatori si sono comportati bene in esercizio; uno di questi ha subito un corto circuito franco e gli avvolgimenti (pretrattati e precompressi col solito procedimento C.E.M.) non ne hanno subito danni.

ANTONIO PASI

Nota — Mi permetto segnalare che per una evidente svista la legge di Ampère (e non Amper) risulta espressa in modo non corretto.

NOTIZIE E INFORMAZIONI

Gli impianti idroelettrici sul Taloro in Sardegna

Nel corrente anno è prevista l'entrata in funzione della centrale primo salto degli impianti studiati per la utilizzazione delle risorse idrauliche del fiume Taloro. La prima idea di questi impianti risale quasi agli inizi del nostro secolo e nel 1926 l'ing. E. Di Nitto presentava una prima domanda di concessione; ma soltanto dopo lunghe e varie vicende si poterono iniziare e condurre attivamente i lavori.

Il piano generale di sfruttamento sul Taloro considera tre impianti in serie, dei quali diamo qui le caratteristiche principali:

L'impianto del 1° salto comprende le seguenti opere:

- sbarramento costituito da una diga a cupola notevolmente dissimmetrica con altezza max 87 m, corda al coronamento 320 m, sviluppo al coronamento 370 m (calcestruzzo 180 000 m³); la quale crea una capacità d'invaso di 60 000 000 m³ con quota max 642,50 m s.m.;

- derivazione di 15 m³/sec attraverso una galleria lunga 4 140 m con diametro interno di 2,90 m ed una condotta forzata in acciaio lunga 716 m con diametro interno di 2 m;

- centrale, equipaggiata con due gruppi ad asse verticale di 26 000 kVA ognuno con turbina tipo Francis utilizzante

un salto max di 297 m, e alternatore trifase con tensione nominale di 10 kV;

- sottostazione all'aperto, comprendente il quadro a 120 kV costituito da 10 scomparti ed il quadro a 70 kV costituito da 8 scomparti.

L'impianto del 2° salto comprende le opere seguenti:

- sbarramento costituito da una diga a gravità con altezza max di 48,50 m, sviluppo al coronamento 172 m (calcestruzzo 75 000 m³) che crea una capacità d'invaso di 19 000 000 m³ con quota max 348 m s.m.;

- derivazione di 15 m³/sec attraverso una galleria lunga 7 000 m con diametro interno di 2,87 m ed una condotta forzata in acciaio lunga 677 m con diametro interno di 2 m;

- centrale automatica, telecomandata dal primo salto, equipaggiata con due gruppi ad asse verticale da 16 500 kVA ognuno, con turbina tipo Francis utilizzando un salto max di 191 m e alternatore trifase con tensione nominale 6,3 kV;

- sottostazione all'aperto costituita da 8 scomparti a 70 kV.

L'impianto del 3° salto comprende le seguenti opere:

- sbarramento costituito da una diga a gravità con altezza max di 25 m, sviluppo al coronamento 140 m (calcestruzzo

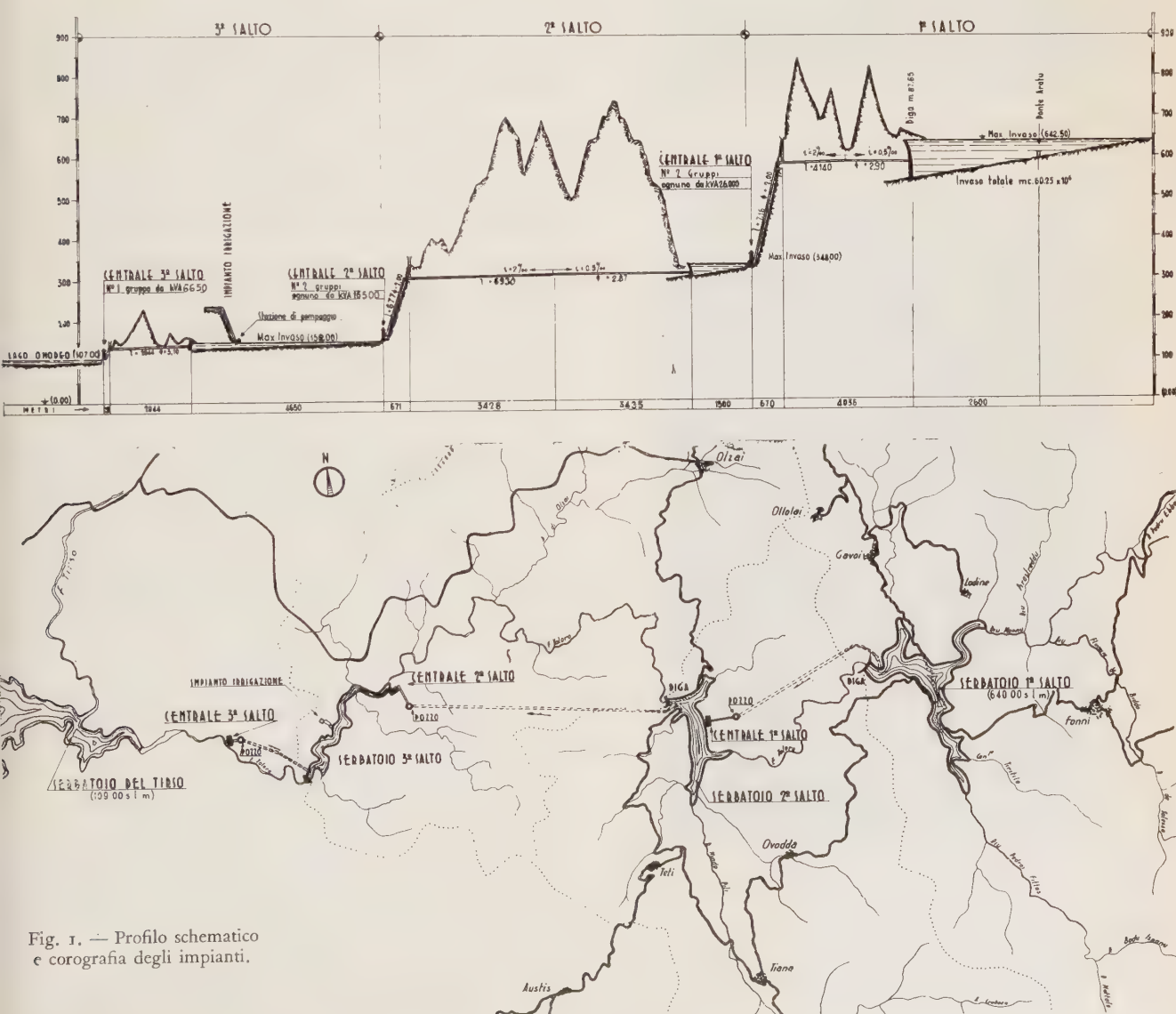


Fig. 1. — Profilo schematico e corografia degli impianti.

15 000 m³), che crea una capacità d'invaso di 1 540 000 m³ con quota max 152 m s.m.;

— derivazione di 17 m³/sec attraverso una galleria lunga

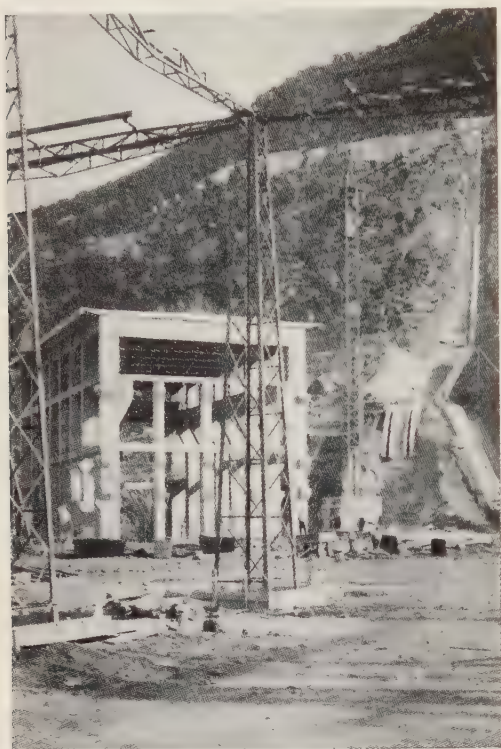


Fig. 2. — Centrale 1° salto e sede condotta forzata.



Fig. 3. — 1° salto Taloro - Diga in corso di costruzione.

2 000 m con diametro interno di 3,10 m ed una condotta forzata in acciaio lunga 66 m con diametro interno di 2,20 m;

— centrale automatica, telecomandata dal 1° salto, equipaggiata con un gruppo ad asse verticale da 6 650 kVA con

turbina tipo Francis utilizzando un salto max di 42,50 m e alternatore trifase con tensione nominale 6,3 kV;

— sottostazione all'aperto costituita da 6 scomparti a 70 kV.

Verrà anche costruito un impianto di pompaggio dal bacino di scarico della centrale 2° salto, per una portata fino a



Fig. 4. -- 1° salto Taloro - scarico di superficie e diga.

4 m³/sec e prevalenza di 230 m, per alimentare l'inizio del canale irriguo della media valle del Tirso; l'impianto metterà a disposizione circa 7 500 m³ all'anno e per ettaro, su tutta la superficie irrigabile che ha una estensione di circa 7 000 ettari.

* *

Il rapporto annuale 1959-1960 della U.C.P.T.E.

È stato recentemente pubblicato il rapporto annuale 1959-1960 della U.C.P.T.E. (Union pour la Coordination de la Production et du Transport de l'Electricité).

L'interesse delle notizie in esso contenute ha indotto a darne cenno in questa sede, premettendo al resoconto una richiamo circa la origine, la struttura e le finalità della U.C.P.T.E., a complemento anche di quanto abbiamo altra volta pubblicato (vedi « L'Elettrotecnica » 1959, pag. 307).

La creazione di questo ente, avvenuta il 23-5-1951 a Parigi, ebbe origine da una raccomandazione del Consiglio dei Ministri della OEEC (Organisation Européenne de Coopération Economique) che, nel corso dell'attuazione di un programma di coordinamento di idee e tecniche diretto a conseguire delle economie nei programmi di ricostruzione e sviluppo dei Paesi membri, aveva riconosciuto l'importanza a questo fine della interconnessione tra reti nazionali e ravvisato la opportunità della creazione di un organismo misto formato da esponenti ed esperti delle grandi imprese di produzione e trasporto di elettricità e da rappresentanti governativi.

La U.C.P.T.E. riunisce attualmente, su un piano perfettamente paritetico, 28 membri ordinari e 14 membri associati, appartenenti a 8 Paesi: Austria, Belgio, Francia, Germania, Italia, Lussemburgo, Olanda e Svizzera.

Tutti i membri occupano, nei rispettivi Paesi, posizioni di rilievo nei settori della produzione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica.

Come esplicitamente indicato dalla sua denominazione e come precisato nello statuto, lo scopo della U.C.P.T.E. è quello di raggiungere la migliore utilizzazione sia tecnica che economica dei mezzi esistenti per la produzione e il trasporto dell'energia elettrica, attraverso una collaborazione libera e spontanea fra i diversi paesi facenti parte dell'Unione.

A differenza di quanto di norma avviene per le organizzazioni internazionali, la U.C.P.T.E. non ha personalità giuri-

dica e non comporta uffici centrali con personale stabile, ma risulta essere una unione tra persone qualificate nel campo della produzione e del trasporto dell'energia elettrica, accomunate sia dalla similarità dei problemi quotidiani di lavoro sia da un profondo spirito di cooperazione europea che deriva dalla convinzione che la collaborazione internazionale può essere di valido aiuto e reciproco interesse nella risoluzione dei problemi dell'esercizio elettrico.

Si tratta pertanto di una forma di collaborazione volontaria, estremamente agile e assai poco costosa: non sono infatti previste quote di partecipazione a carico dei membri e le spese di funzionamento sono sostenute, di volta in volta, da una grande Azienda elettrica del Paese al quale appartiene il presidente della Unione.

L'attività della U.C.P.T.E. non interferisce in alcun modo con quella delle altre numerose organizzazioni internazionali che operano nel settore elettrico ⁽¹⁾: queste ultime infatti, per la loro stessa struttura e per i metodi di lavoro instaurati sono impossibilitate a trattare problemi che richiedono soluzione immediata, quali sono quelli dell'esercizio pratico delle reti interconnesse e del coordinamento a breve termine dei mezzi di produzione, che costituiscono il fulcro dell'attività della U.C.P.T.E.

Quando si riconosce, in seno alla U.C.P.T.E., la necessità di un esame continuo e particolarmente approfondito di un determinato argomento, si procede alla nomina di un gruppo di lavoro formato da esperti che possono appartenere o meno alla Unione.

Attualmente esistono tre gruppi di lavoro:

1) *Il gruppo di lavoro centrali termiche* che si occupa dei problemi di esercizio delle centrali termiche e del coordinamento dei lavori di manutenzione ordinaria e straordinaria di dette centrali, da programmare in modo da evitare difficoltà causate dalla temporanea indisponibilità di un numero eccessivo di centrali termiche.

2) *Il gruppo di lavoro per l'esercizio* che tratta dei problemi tecnici relativi al funzionamento in parallelo delle reti dei diversi paesi, dei sistemi di regolazione delle turbine, dei volumi di scambio, delle frequenze di rete, ecc.

3) *Il gruppo di lavoro per gli indici di idraulicità e per le ricerche sulle portate* che ha lo scopo di definire e unificare i sistemi di rilevazione degli indici di idraulicità onde facilitare i confronti fra i diversi Paesi e rendere possibili delle previsioni su basi omogenee.

Tra i risultati concreti ottenuti dalla U.C.P.T.E. merita soprattutto di essere ricordato che se oggi è possibile effettuare in Europa, dietro semplici accordi telefonici, trasferi-

⁽¹⁾ Può essere utile elencare le altre Organizzazioni Internazionali che si interessano dei problemi elettrici europei: con queste organizzazioni i membri della U.C.P.T.E. sono spesso chiamati a collaborare e ciò contribuisce ad evitare che si abbiano duplicati di iniziative.

a) *Organizzazioni intergovernative:*

- 1) Comitato dell'energia elettrica della « Commission Economique pour l'Europe, Nations Unies » (C E E).
- 2) Comitato Elettricità della « Organisation Européenne de Coopération Economique » (O E C E).
- 3) Commissione permanente per l'energia elettrica del « Conseil d'Aide Economique Mutuelle » (C A E M).

b) *Organizzazioni non governative:*

- 1) Commission Electrotechnique Internationale (C E I).
- 2) International Standards Organisation (I S O).
- 3) Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques (C I G R E).
- 4) World Power Conference (W. P. C.)
- 5) Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie Electrique (UNIPEDE).
- 6) Fédération Internationale des Producteurs Autoconsommateurs d'Electricité (FIPACE).
- 7) Conférence Internationale de Liaison entre Producteurs d'Energie Electrique (C I L P E).

menti immediati di energia attraverso le frontiere dei paesi interconnessi, ciò è merito soprattutto dello spirito di collaborazione che anima i membri della U.C.P.T.E. e dei rapporti personali di reciproca fiducia che hanno saputo instaurare tra loro; sebbene infatti, come noto, il Consiglio dei Ministri dell'OECE abbia deliberato il 30 marzo 1953 e il 6 luglio 1956 la completa liberalizzazione delle importazioni ed esportazioni occasionali di energia elettrica, impegnando i governi a fornire la valuta necessaria per gli eventuali conguagli in denaro, è evidente come la tempestività e quindi la efficacia di questi trasferimenti occasionali sarebbe talvolta irrimediabilmente compromessa se i rapporti tra le società elettriche dei paesi interconnessi fossero tali da richiedere, prima di iniziare le forniture di energia, lo scambio formale di pattuizioni scritte.

Le assemblee generali della U.C.P.T.E. si riuniscono tre o quattro volte all'anno ed il lavoro preparatorio che esse richiedono viene svolto da un « Comitato ristretto » composto da tanti membri quanti sono i paesi partecipanti ⁽²⁾.

Alle riunioni dell'assemblea generale vengono inoltre generalmente abbinate quelle di un altro Comitato, il « Comitato allargato » formato, oltre che da tutti i membri della U.C.P.T.E., da esponenti ed esperti dell'economia energetica e da dirigenti dell'esercizio elettrico, che procede di volta in volta ad un esame panoramico della situazione dei fabbisogni di energia, della loro copertura, della evoluzione prevedibile a breve termine, delle possibilità di scambio, ecc.

L'attività della U.C.P.T.E., che è stata qui ricordata nelle sue linee generali, viene dettagliatamente illustrata in due pubblicazioni periodiche, il « Bollettino trimestrale » e il « Rapporto annuale », redatte in quattro lingue (francese, italiano, tedesco, fiammingo), alle quali viene data ampia diffusione negli ambienti interessati alle questioni elettriche.

Il « Bollettino trimestrale » ha lo scopo di fornire agli specialisti un quadro sinottico della situazione energetica e dei suoi immediati sviluppi, richiamando brevemente l'attenzione sui dati più significativi e sui problemi di maggiore attualità.

Il « Rapporto annuale », il cui contenuto ha fornito lo spunto per questo resoconto, riepiloga i dati trimestrali dell'esercizio, e sintetizza le attività svolte dalla Unione, inquadrando in un'ampia retrospettiva che risale fino alla creazione della Unione stessa; esso infine dà particolare rilievo ai risultati degli studi condotti dai Gruppi di Lavoro.

Nel Rapporto annuale 1959-1960 viene richiamata l'attenzione sullo sviluppo assunto dagli scambi di energia elettrica fra i paesi dell'U.C.P.T.E.

Nella fig. 1 è rappresentato il complesso di questi paesi e sono indicati da frecce i punti di frontiera attraverso i quali avvengono gli scambi di energia; e nella tab. 1 sono elencate le caratteristiche delle linee ad alta tensione che attraversano i confini.

La tab. 2 contiene il dettaglio degli scambi avvenuti nel 1959 fra i paesi dell'Unione; a fianco del nominativo di cia-

⁽²⁾ Attualmente il Presidente della U.C.P.T.E. è il Sig. R. Hochreutiner, Direttore della « Electricité de Laufenbourg » (Svizzera).

I membri italiani sono:

Ing. F. CARATI	Direttore Generale dell'Azienda Elettrica Municipale di Milano
Ing. C. CASTELLANI	Direttore Centrale della Soc. Montecatini, Milano
Ing. P. FACCONI	Direttore Generale della Vizzola S.p.A., Milano
Prof. P. FROSINI	Presidente IV Sez. Consiglio Superiore dei LL.PP., Roma
Prof. R. MARIN	Direttore Generale Soc. Adriatica di Elettricità, Venezia
Ing. R. MÜLLER	Consigliere Delegato e Direttore Generale della Compagnia Imprese Elettriche Liguri, Genova,

Del Comitato Ristretto fa parte, per l'Italia, il prof. R. MARIN

PAESI	Collegamento fra le:					Caratteristiche			Capacità di trasporto		Limitata da trasformatore	Osservazioni	
	Punti di frontiera	Stazioni	Reti	Stazioni	Reti	Tensione della linea		Linea (termica)		MVA			MVA
						Previsita	Attuale	Previsita	Attuale				
1	Nr.	3	4	5	6	kV	kV	kV	kV	kV	kV		
Germania occ.-Olanda	11	Zukunf	RWE	Luttrade	SEP	220	220	220	220	220	220	a) Installato a Luttrade	
	21	Jupille Eliden	CPTÉ UCEC	Luttrade	SEP SP/PIEM	220 150	220 150	230 230	230 230	230 230	230 230	a) Installato a Jupille b) Installato a Luttrade	
Germania occ.-Belgio	31	Zukunf	RWE	Jupille	CPTÉ	220	220	230	230	230	230	a) Installato a Jupille	
Belgio - Lussemburgo	41	Aubange	Linalux	Belval	Sotef	65	65	65	65	65	65	a) Installato a Aubange	
Francia - Belgio	51 52	Maubeuge Hiersrange	EDF EDF	Gouy Aubange	CPTÉ Linalux	150 150	150 150	150	150	150	150		
	61	Fontoy Ottange	EDF EDF	Belval Belval	Sotef Sotef	65 65	65 65	15	15	15	15	a) Possibilità di installare una seconda terza	
Germania occ.-Francia	71 72	Trier Offenburg Ryburg-Schwörstadt- Eichthalen Ryburg-Schwörstadt	RWE Badenwerk Badenwerk Badenwerk VSE	St. Avold Port du Rhin Kembs Kembs St. Avold	EDF EDF EDF EDF EDF	225 110 110 110 150	225 110 110 110 150	230 80 70 80 117	230 80 70 80 117	230 80 70 80 117	230 80 70 80 117	a) Installato a Port du Rhin b) Installato a Kembs c) Seconda terza in costruzione d) Installato a Gieslauren	
	73	Gieslauren											
Svizzera - Francia	81	Laufenburg Laufenburg Ryburg-Schwörstadt Bollmengen Bassecourt Bassecourt Châtelot Verbois Verbois Verbois Riddes	EGL-NOK EGL NOK-Atel Atel BKW BKW FMC FMC EOS EOS EOS FMM-EOS	Kembs Kembs-Ile Napoléon Kembs Kembs Ile Napoléon Liebwillers Etupes Portarlier Arlod Chancy-Pougny Génissiat	EDF EDF EDF EDF EDF EDF EDF EDF EDF EDF EDF EDF	220 150 150 150 150 150 150 150 150 150 130 225	220 150 150 150 150 150 150 150 150 150 130 225	230 60 60 60 60 60 60 60 60 60 60 60 60	230 60 60 60 60 60 60 60 60 60 60 60 60	230 60 60 60 60 60 60 60 60 60 60 60	a) Possibilità di installare una seconda terza		
	82												
Francia - Italia	91 92	Malpover St. Dimas	EDF EDF	Avise Gersallo	SIP CIELI	225 70	225 70	140	40	140	40		
	101 a) 102	Ryburg-Schwörstadt Laufenburg Laufenburg Laufenburg Laufenburg Klingnau Koblentz	NOK-Atel KWL KWL EGL-NOK EGL-NOK AWAG Atel	Ryburg-Schwörstadt Gurtwell Gurtwell Tengen Tengen Tengen	Badenwerk Badenwerk Badenwerk RWE RWE RWE	110 110 110 220 110 220	110 110 110 220 110 220	72 72 72 230 230 230	72 72 72 230 230 230	72 72 72 230 230 230	72 72 72 230 230 230	a) Centrale di frontiera b) Installato a Laufenburg c) Installato a Klingnau d) Installato a Koblenz	
Austria - Germ. occ.	111 112 113	Büra Zirli Kirchbichl Ach Braunau Braunau Ramsau Partenstein St. Peter	VW VW Tiweg Tiweg VG OBK OBK VG OKA VG	Herberdingen Delmeningen Kochel Töging Heckelstall Pirach Neudting Neudting Passau Athem	EVS-RWE EVS-RWE Bayerwerk Innwerk Wacker Bayerwerk Innwerk Innwerk Bayerwerk Bayerwerk	220 220 110 110 110 110 110 110 110 220	220 220 110 110 110 110 110 110 110 220	460 460 150 140 40 120 120 120 120 260	460 460 150 140 40 120 120 120 120 260	460 460 150 140 40 120 120 120 120 260	460 460 150 140 40 120 120 120 120 260	a) Una terza entra a Kiefersfelden e Pang b) Trasformatore d'isolamento installato a Töging c) Una terza entra a Holzfeld d) Una terza entra a Stammheim e) Una terza entra a Pirach	
	114 115												
Svizzera - Italia	121 122 123	Alviro Riazino Lavorio Soazza Campocologno Campocologno Ridda Mörel/Gondo	Atel Atel OIM KWB KWB FMM-EOS EES-EOS-Lonza	Ponte Cunardo Mese Mese Cigliano Bavino Villa Tirano Domodossola	ED ED-SIP ED ED SIP Falck Mont. SIP Din.-ED	225 130 225 225 150 150 220 220	225 130 225 225 150 150 220 220	150 40 250 500 b) 900 80 80 80 300 250 60	150 40 250 500 b) 900 80 80 80 300 250 60	150 40 250 500 b) 900 80 80 80 300 250 60	150 40 250 500 b) 900 80 80 80 300 250 60	a) Messa in servizio in settembre 1960 b) Provvisoriamente limitata a 200 MVA c) Possibilità di installare una seconda terza	
	123												
Austria - Italia	131 132	Zirli Lienz	Tiwag VG	Brassanone-Prati Pelas	Mont. FS-ED SADE	110 130	110 130	60 130	60 130	60 130	60 130	a) Possibilità di installare una seconda terza b) Installato a Lienz	
	133	Bieders	VW	VW	VW	110	110	50	50	110/130 b)	110/130 b)		

TABELLA 2. - Scambi di energia elettrica fra i paesi dell'U.C.P.T.E. e gli altri Paesi, nel 1959 (in GWh).

Produzione	Consegnato											
Anno	da	a →										
1959	↓											
			Belgio	Germania Occ.	Francia	Italia	Lussemburgo	Paesi Bassi	Austria	Svizzera	Altri	Totale 1959
14140	Belgio			72	81	—	33	179	—	—	—	365
105285	Germania Occ.		132		—	—	—	112	402	669	127	1442
64507	Francia		44	123		104	29	—	—	872	138	1310
49350	Italia		—	—	94		—	—	32	163	—	289
1305	Lussemburgo		37	—	23	—	—	—	—	—	—	60
14972	Paesi Bassi		26	192	—	—	—	—	—	—	—	218
14756	Austria		—	2303	—	71	—	—	—	—	—	2495
17579	Svizzera		—	1507	720	158	—	—	34	—	121	2419
	Altri		—	448	334	—	—	—	85	—	—	867
281894	Totale 1959		239	4645	1052	333	62	291	553	1704	386	9465
	Totale 1958		283	4106	884	287	45	283	1186	932	241	8247

TABELLA 3. - Ponte del consumo e potenze scambiate fra paesi U.C.P.T.E.

	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959
a) Somma delle potenze massime non sincrone scambiate MW	1605	1935	1965	2330	2630	2980	3685
b) Capacità di trasporto dei collegamenti internazionali MW	2850	3140	3245	3877	4347	5757	5982
c) Fattore di utilizzazione a:b %	56,3	61,6	60,5	60,1	60,5	51,8	61,8
d) Punta del consumo dei paesi della U.C.P.T.E. il 3° mercoledì di dicembre GW	32,0	32,8	34,7	38,4	40,4	44,2	52,0
e) Coefficiente di interconnessione b:d %	8,9	9,6	9,3	10,1	10,7	13,0	11,5
f) Tasso di scambio a:d %	5,0	5,9	5,7	6,1	6,5	6,7	7,1

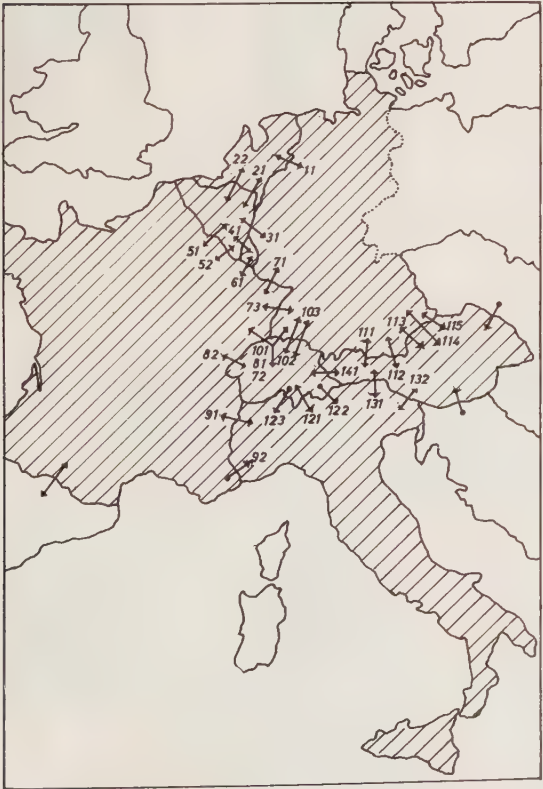


Fig. 1. — Punti di frontiera attraverso cui avvengono gli scambi di energia tra i paesi facenti parte dell'UCPTE.

scun Paese è stata riportata la produzione di energia elettrica dell'anno 1959.

Il confronto fra i volumi di energia scambiati e le corrispondenti produzioni mostra che i primi sono di entità relativamente modesta; ciononostante, essi hanno sensibile importanza per l'economia elettrica dei paesi interconnessi, soprattutto in considerazione della tempestività e della correttezza con cui vengono realizzati.

Essi possono infatti consentire :

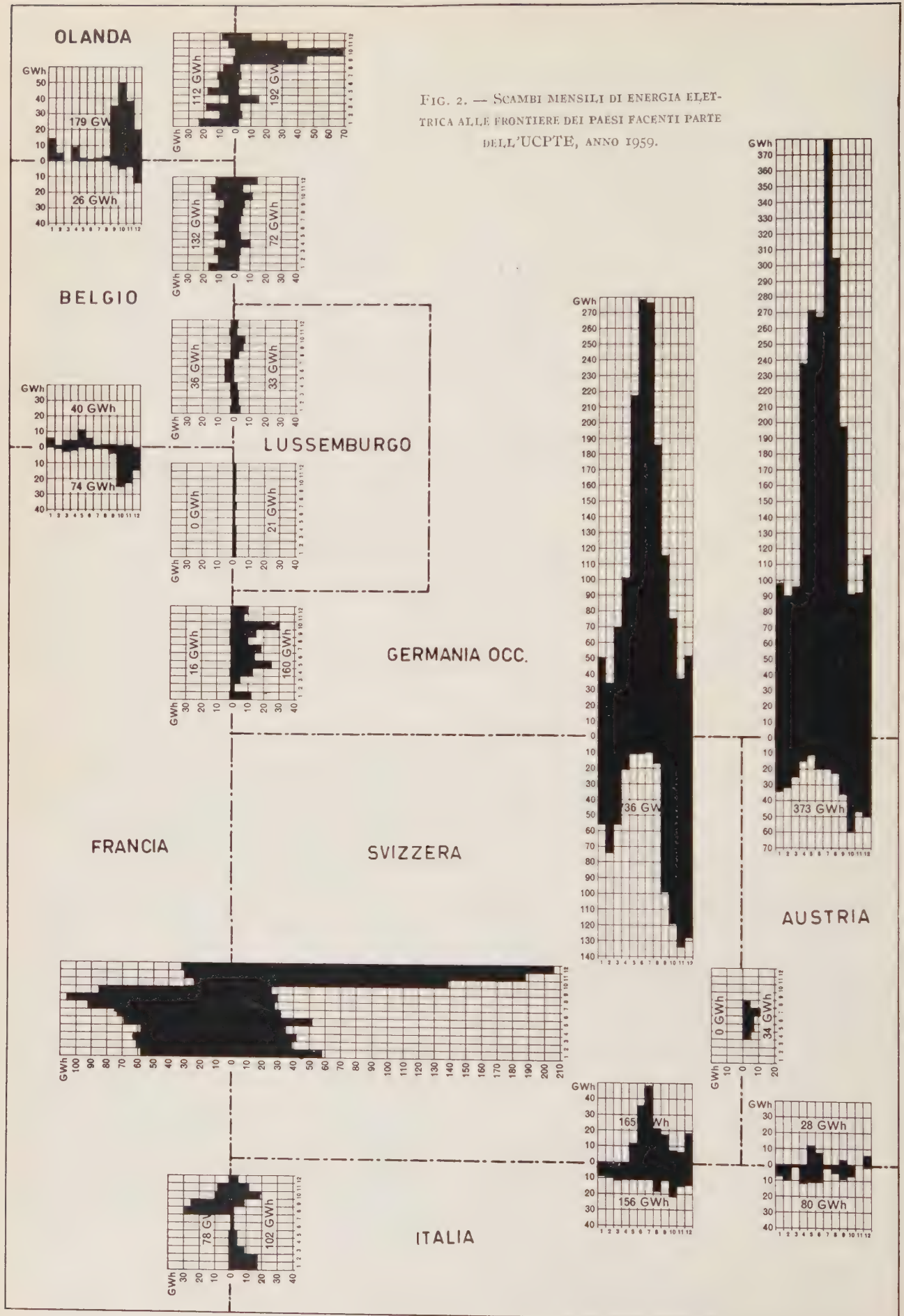
- 1) di superare periodi di emergenza dovuti ad incidenti di servizio, o ad eccezionali vicissitudini meteorologiche (eccessivo rigore invernale, anormale carenza di precipitazioni, ecc.);
- 2) di collocare nei Paesi a prevalente produzione termica le temporanee esuberanze di energia idrica di altri paesi, consentendo economie di combustibile.

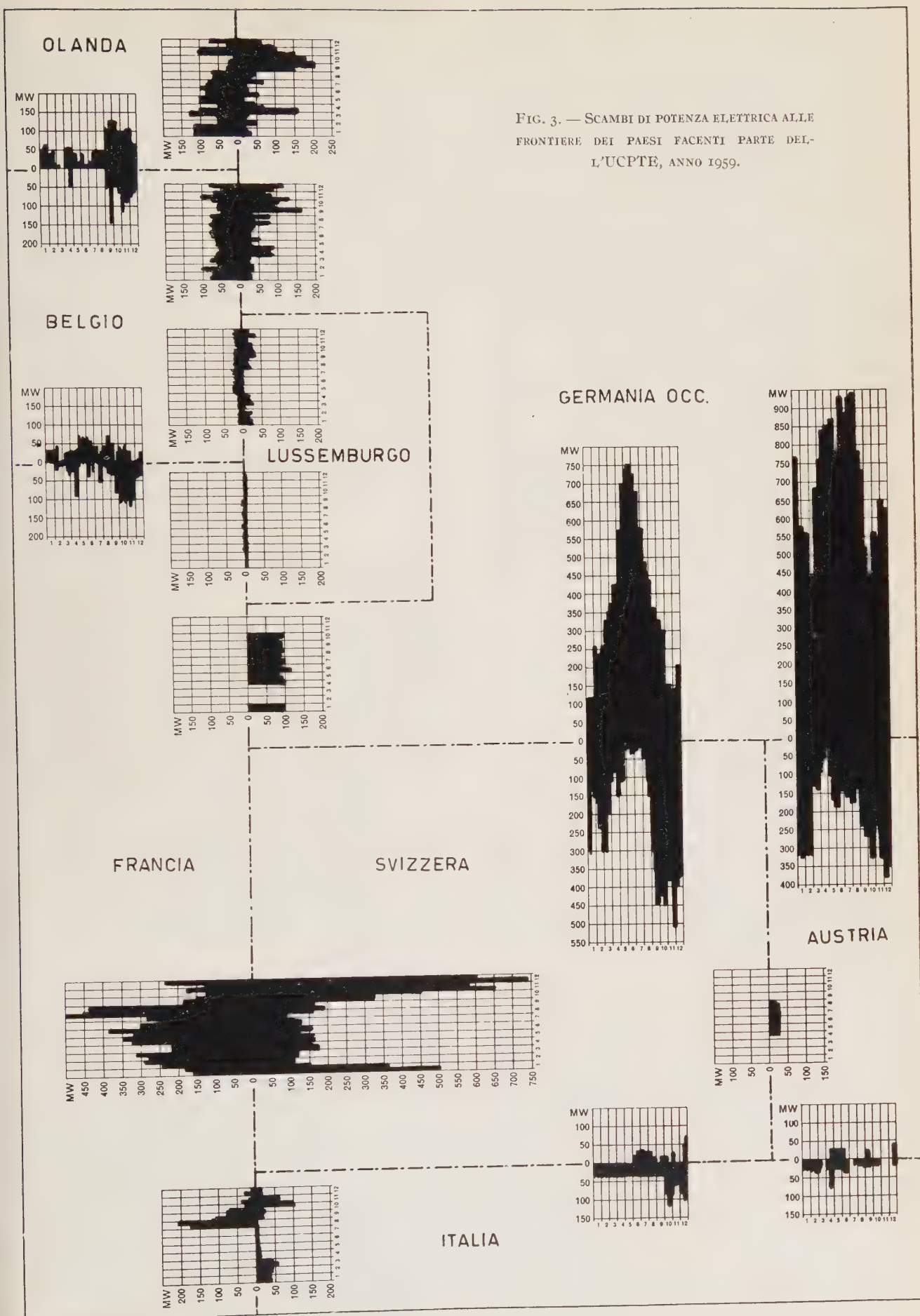
Negli anni dal 1953 al 1959 il volume degli scambi di energia elettrica fra i paesi della U.C.P.T.E. è aumentato in modo pressoché proporzionale al corrispondente consumo di energia elettrica.

Un ritmo di incremento più elevato è stato invece rilevato per le potenze di scambio e per le capacità di trasporto delle linee di interconnessione, come risulta dalla tab. 3 che illustra l'evoluzione degli scambi di potenza fra i paesi della U.C.P.T.E.

Ciò significa che è via via migliorata la funzionalità degli scambi di energia attraverso le frontiere, dato che l'aumento delle potenze di scambio denota un migliore coordinamento delle fonti di energia ed una utilizzazione più razionale delle potenze installate.

Nelle figg. 2 e 3 sono indicati rispettivamente gli scambi mensili di energia e di potenza che si sono avuti nel 1959 tra i paesi della U.C.P.T.E.





Il Gruppo di Lavoro Centrali Termiche ha presentato, come di consueto, una relazione sulle condizioni di esercizio verificatesi nel 1959 per le centrali termoelettriche. Questa relazione, che include un confronto tra le previsioni e i consuntivi della produzione termica e dei programmi di manutenzione, permette di constatare che l'esercizio delle centrali termoelettriche nell'anno 1959 si è svolto conformemente ai programmi prestabiliti e non ha presentato particolarità degne di nota, soprattutto in conseguenza del fatto che l'idraulicità è risultata, per quasi tutti i paesi dell'Unione, molto prossima ai valori medi. Di grande interesse è la retrospettiva che riepiloga lo sviluppo avuto dalla produzione termoelettrica dal dicembre 1954 al dicembre 1959 e lo raffronta all'aumento complessivo dei consumi verificatosi nello stesso periodo di tempo.

Uno sguardo agli incrementi globali verificatesi nel suddetto quinquennio:

— potenza di consumo totale	incremento	50 %
— potenza termoelettrica erogabile	»	57 %
— potenza di consumo coperta dalle centrali termiche	»	58 %
— potenza di consumo coperta dalle altre centrali	»	38 %

conferma che l'incidenza della produzione termoelettrica nella copertura dei fabbisogni complessivi di energia elettrica va rapidamente aumentando.

Un altro studio particolarmente interessante intrapreso dalla U.C.P.T.E. riguarda la rapidità delle variazioni di carico che si verificano nelle reti elettriche: in questo ultimo rapporto annuale vengono esposti dei risultati preliminari, sui quali ci si riserva di tornare in seguito, ad indagine ultimata.

Come noto, le variazioni più pronunciate del diagramma di carico si verificano durante i periodi seguenti:

- dalle ore 6 alle ore 8 (aumento di carico del mattino);
- ore 9 (fossa in corrispondenza della colazione, che si verifica solo in alcuni paesi);
- ore 12 (fossa del mezzogiorno);
- pomeriggio (aumento di carico pomeridiano);
- sera (diminuzione di carico all'inizio della notte).

La rapidità con cui avvengono queste variazioni di carico può influenzare le modalità di esercizio dei sistemi interconnessi ed il ritmo degli scambi tra paesi confinanti.

Un esame approfondito di questo argomento rientra quindi tra le finalità della U.C.P.T.E. che, nell'affrontarne lo studio, si è ripromessa in primo luogo di stabilire delle basi comuni per lo scambio delle informazioni circa le condizioni che si verificano nelle singole reti. I risultati dei rilievi sinora effettuati sono raccolti in grafici nei quali, per avere valori comparabili ed indipendenti dall'estensione della rete considerata, le variazioni di carico sono state espresse in percentuale della punta di potenza del giorno considerato ovvero della potenza fornita dalle macchine immediatamente prima che iniziassero la variazione stessa.

Sebbene i diagrammi indichino una notevole dispersione dei valori delle velocità di incremento o decremento del carico rilevati per le diverse reti, non vi è dubbio che questi dati siano di notevole interesse per i responsabili dell'esercizio elettrico.

Uno studio di carattere ancora più specializzato riguarda l'impiego dei collegamenti ad onde convogliate nelle protezioni delle linee di interconnessione internazionali e riporta i risultati della esperienza acquisita al riguardo in alcuni Paesi della U.C.P.T.E. L'impiego dei collegamenti ad onde convogliate fra i circuiti di comando degli interruttori comporta come noto pericolo di disturbi da parte degli archi di scarica lungo gli isolatori al momento del guasto o degli archi — di potenza inferiore — provocati dalla manovra di sezionatori e di interruttori. Questi disturbi possono provocare aperture intempestive o soppressione del comando, con conseguente mancata esecuzione della necessaria apertura.

L'esperienza acquisita nel corso delle prove effettuate ha permesso di stabilire che, se la trasmissione ad onde convogliate presenta le seguenti caratteristiche:

- 1) potenza di emissione sufficientemente grande acciò che il livello del segnale in ricezione sia nettamente più elevato del livello delle onde perturbatrici;
- 2) larghezza di banda del filtro sufficiente affinché i tempi di trasmissione di segnale non superino i 10 ms;

- 3) canali permanentemente sorvegliati;
- 4) scelta appropriata della frequenza portante;
- 5) alimentazioni ausiliarie bene assicurate,

i collegamenti ad onde convogliate che trasmettono i segnali di protezione possono essere considerati un complemento soddisfacente e sicuro dei dispositivi di protezione di distanza per le linee di interconnessione internazionali.

Di particolare interesse nel rapporto U.C.P.T.E. sono infine i numerosi allegati che illustrano in maniera chiara ed esauriente i punti trattati nel rapporto stesso e sintetizzano le caratteristiche della produzione elettrica dei paesi partecipanti. I dati illustrati nelle tabelle e grafici allegati al rapporto non hanno in generale vero valore statistico, nel senso che essi sono il risultato di rilievi provvisori eseguiti solo su una parte — anche se molto rilevante — delle aziende elettriche nazionali, ma risultano sempre ampiamente sufficienti a fornire quelle « istantanee » della situazione elettrica che sono, per quanto si è detto, alla base del lavoro della U.C.P.T.E.

Al rapporto è anche allegata una carta scala 1:2 500 000 della rete di interconnessione dei paesi della U.C.P.T.E., aggiornata al 1960, con il tracciato delle linee a 380, 220 e 110/150 kV.

* *

Notizie sul controllo e sul calcolo automatici nell'URSS

Osservazioni ed appunti raccolti durante una recente visita tecnica.

PREMESSA.

Dal 24 giugno al 7 luglio dello scorso anno 1960 si è svolto a Mosca il primo Congresso scientifico della I.F.A.C. (International Federation of Automatic Control), che è un importante ente internazionale al quale fanno capo, tramite le rispettive associazioni nazionali, quanti si occupano del controllo automatico e delle sue applicazioni.

Il congresso ha avuto un notevole successo, sia per il numero dei partecipanti, sia per il numero e per il livello delle memorie presentate in tutti i diversi settori della teoria, della tecnica e delle applicazioni del controllo automatico, sia per le interessanti ed ampie discussioni.

La sua importanza non va però limitata a questi aspetti soltanto. L'occasione di contatti diretti e di scambi di idee con i tecnici e gli studiosi sovietici più qualificati si presentava infatti per la prima volta agli specialisti occidentali e si offriva inoltre a questi la possibilità di visitare alcuni istituti e centri di ricerca che, nel campo del controllo automatico, sono considerati di primissimo piano in quel paese.

Le notizie riferite in questa breve nota furono in gran parte assunte in quelle visite ed in quei contatti, direttamente o attraverso informazioni ottenute da altri partecipanti al Congresso; si è anche tenuto conto dei dati raccolti da altri studiosi e tecnici in occasione di precedenti viaggi.

PREPARAZIONE PROFESSIONALE.

Per quanto riguarda la preparazione dei tecnici, degli ingegneri e dei ricercatori vale la pena di ricordare preliminarmente quale è la organizzazione degli studi nell'Unione Sovietica. In questo paese si hanno dieci anni di scuola d'obbligo dopo i quali solo il cinque per cento dei migliori può ottenere l'ammissione diretta all'Università, mentre la maggioranza deve esercitare una attività pratica per circa due anni: l'età media di ammissione all'Università è, così, di 17-19 anni. Durante la frequenza dell'Università la maggior parte degli studenti gode di borse di studio che consentono una relativa autonomia economica. Il periodo degli studi universitari per la facoltà di ingegneria dura cinque anni, di cui due dedicati ad insegnamenti comuni, nell'ambito della facoltà, ed i tre successivi ad insegnamenti relativi alla specializzazione prescelta; il programma di studi è rigido sia per i corsi da seguire, sia per gli argomenti trattati, sia, infine, per l'ordine di successione delle prove di esame e comprende anche materie di cultura generale e materie per la formazione ideologica. Il titolo universitario si ottiene alla fine dei corsi dopo la preparazione di una tesi che viene discussa pubblicamente.

La maggior parte di coloro che hanno ottenuto questo ti-

tolo è destinata ad una attività pratica nel campo specifico del ramo prescelto o in campi affini (l'assegnazione a tale attività avviene a cura di un apposito ente); altri continuano gli studi come « aspiranti » al titolo di candidato ed, in questa fase, non sono tenuti a seguire corsi regolari ma a lavorare in un campo specifico, preparando una tesi che andrà anch'essa discussa pubblicamente. Il periodo per ottenere il titolo di candidato è, mediamente, di tre anni.

Tra gli aspiranti viene scelto il personale destinato alla ricerca ed all'insegnamento.

Il titolo successivo a quello di candidato è il dottorato, che viene conseguito solo da un numero molto limitato di studiosi in seguito alla presentazione di una tesi in cui siano documentati i risultati originali e significativi ottenuti dal candidato.

L'insegnamento è impartito con molta cura e con adeguati mezzi sperimentali; il numero degli insegnanti è notevole rispetto a quello degli allievi, che pure è assai elevato, nelle facoltà tecniche e scientifiche, in rapporto al resto della popolazione studentesca. Un particolare importante è costituito dal fatto che ciascun allievo, all'ingresso all'Università, viene affidato ad uno dei docenti che dovrà seguirlo nella sua carriera.

Il confronto con l'insegnamento impartito nelle scuole italiane non è facile, data la notevole differenza dell'ordinamento degli studi e la diversa impostazione degli stessi. Si può osservare che il numero degli anni di studio necessari, in Italia, per conseguire la laurea in ingegneria (18 anni, in tre tipi di scuola) è pari a quello necessario per conseguire nell'URSS il titolo di candidato; l'età del conseguimento di tale titolo è mediamente superiore a quella minima necessaria per il conseguimento della laurea in Italia, dato il biennio di lavoro che la maggioranza degli studenti deve svolgere prima di iscriversi all'Università; la preparazione del candidato è, però, più approfondita di quella di un ingegnere italiano soprattutto in ragione dei tre anni di studio e di ricerca in un campo specifico e la preparazione di una tesi impegnativa.

Ugualmente difficile è il confronto fra coloro che nell'Unione Sovietica ottengono il primo titolo accademico, dopo i cinque anni dell'Università (e, quindi, dopo un totale di quindici anni di studio) sia con i periti industriali italiani (13 anni di studio) sia con i laureati in ingegneria (18 anni); ciò non solo per il diverso numero di anni ma anche per la differenza della impostazione dei corsi: il quinquennio di studi superiori sovietici, infatti, tende a portare l'allievo ad inserirsi direttamente nell'attività produttiva con un indirizzo che in Italia è perseguito soprattutto dagli istituti tecnici industriali; la sua struttura, però, è più simile a quella delle facoltà di ingegneria soprattutto per la suddivisione in un biennio propedeutico ed in un triennio applicativo.

Per quanto riguarda il confronto con la scuola americana, l'opinione dei tecnici degli Stati Uniti è che il titolo rilasciato dall'Università russa sia superiore a quello di « bachelor » ed il titolo di candidato sia superiore a quello di « master ». La tesi discussa per il titolo di candidato è infatti, considerata di un livello medio solo di poco inferiore a quello della maggioranza delle tesi di dottorato americane. Il titolo di dottore nella Unione Sovietica viene poi rilasciato in base ad una selezione molto più severa che non negli Stati Uniti.

Indipendentemente dalla corrispondenza dei titoli è stato poi osservato che l'insegnamento impartito nelle Università russe è meno specializzato ma più vasto di quello impartito nelle Università americane; per molti rispetti esso ha caratteri abbastanza vicini a quelli delle migliori scuole europee.

Per quanto concerne specificamente il controllo ed il calcolo automatici, occorre distinguere tra i livelli più spinti e quello comune. Per quanto riguarda i candidati, infatti, è la struttura stessa degli studi, svincolata da programmi rigidi, che consente un più pronto adeguamento alle esigenze che si vengono manifestando: ciò ha consentito la formazione di numerosi esperti al livello di candidati nel campo del controllo e del calcolo; in questo campo, anzi, per la possibilità di svolgere il lavoro di preparazione della tesi presso istituti di ricerca, l'elevato prestigio dell'Istituto di Automatica e Telemeccanica di Mosca e di altri istituti di controllo e di calcolo ha indubbiamente esercitato una notevole attrazione sui giovani aspiranti. Per quanto riguarda, invece, gli studi universitari al livello inferiore, l'adeguamento alle esigenze attuali in fatto di controlli è avvenuto attraverso l'introduzione nelle facoltà di ingegneria di specializzazioni in automatica e telemeccanica che sono seguite da una elevata percentuale di allievi; così, ad esempio, all'Università di Mo-

sca, su 13 000 allievi, 800, dopo i primi due anni comuni, seguono questa specializzazione che consente loro di ottenere una buona preparazione su tutti i principali aspetti teorici e tecnici del controllo automatico. L'importanza di questo fatto risulta immediatamente chiara, se si osserva che in Europa la preparazione scolastica di esperti in automazione viene ancora affidata a corsi postuniversitari, di durata più breve ed aperti ad un numero anche proporzionalmente minore di allievi.

Analoghi provvedimenti sono stati presi anche per il calcolo automatico; da notare, a questo proposito, che alcuni corsi sulle calcolatrici sono obbligatori per tutti i laureandi in matematica.

RICERCA SCIENTIFICA.

Per quanto riguarda l'organizzazione della ricerca, occorre tener presente che nell'Unione Sovietica gli enti che svolgono la maggiore attività in questo campo sono l'Accademia delle Scienze dell'Unione e le accademie delle singole repubbliche. L'appartenenza all'Accademia costituisce la massima distinzione nel campo scientifico ed è un onore molto ambito, al quale corrispondono anche notevoli vantaggi economici; gli accademici ed i membri corrispondenti, oltre all'attività di ricerca, spesso svolgono attività di insegnamento o di consulenza o di organizzazione dei grandi Istituti scientifici e tecnici.

Questi sono gli organi nei quali viene effettivamente svolta la maggior parte della ricerca organizzata che, per altro, viene perseguita, seppure in misura minore, anche presso le Università.

Nel campo specifico del controllo automatico la maggior parte dell'attività di ricerca viene svolta nei numerosi istituti che, nelle principali città, si occupano dell'automazione; fra questi gode di fama mondiale per la sua importanza l'Istituto di Automatica e Telemeccanica di Mosca, fondato fin da prima della guerra.

L'attività di questo Istituto è ben nota anche nel mondo occidentale attraverso la sua rivista mensile (« Avtomatika e Telemekhanika »), che dal 1957 viene integralmente tradotta in lingua inglese (con il titolo « Automation and Remote Control ») a cura dell'I.S.A.

Le dimensioni dell'Istituto, tenendo conto anche della estensione relativamente limitata del suo campo di attività, sono notevoli, per lo meno in rapporto a quelle degli enti di ricerca dei paesi europei; nell'Istituto, infatti, opera quasi un migliaio di persone, di cui ben quattrocento ricercatori, tra i quali i nomi più illustri della teoria e della tecnica del controllo automatico nell'Unione Sovietica.

Come nella maggior parte degli Istituti, il direttore Trapeznikov è assistito da un esperto per i problemi scientifici e da uno per i problemi amministrativi nonché dal consiglio dei dirigenti i vari settori.

Fra le personalità di maggior rilievo che operano nell'ambito di questo istituto, va citato A. M. Letov, attuale presidente dell'I.F.A.C., che si occupa soprattutto di problemi di ricerca matematica ed è uno specialista nel campo della stabilità di sistemi non lineari. Altri ricercatori di fama internazionale che operano nell'Istituto sono Y. Z. Tsypkin, specialista nella teoria dei sistemi di controllo a segnali campionati e non lineari, A. M. Gavrilov, ben noto per i suoi studi nel campo dell'algebra logica e dei sistemi sequenziali, M. A. Aizerman, che dirige un interessante laboratorio di controlli pneumatici ed idraulici, B. Y. Kogan, che si occupa dei problemi di calcolo analogico, e numerosi altri.

La ricerca che si svolge nell'Istituto di automatica e telemeccanica è relativa al campo del controllo, con riferimento sia alla teoria, sia ai componenti, sia alle applicazioni, ma anche, come indica il nome stesso, al campo del telecomando e della trasmissione di dati. Il carattere della ricerca è prevalentemente libero: gli argomenti da affrontare, cioè, non vengono indicati o commissionati da altri enti, ma vengono scelti dai responsabili dei diversi laboratori; questi si preoccupano, certamente, di scegliere temi che abbiano aderenza con le esigenze del progresso tecnico, tuttavia essi non si indirizzano tanto verso singoli problemi che si siano presentati nei vari settori applicativi, quanto, invece, verso questioni di avanguardia o di interesse di base, suscettibili eventualmente di dar luogo ad applicazioni concrete proprio in seguito ai risultati raggiunti dalla ricerca. Queste considerazioni, naturalmente, debbono essere interpretate con spirito diverso a seconda che ci si riferisca a problemi teorici (per esempio quelli relativi alla stabilità, alla teoria di particolari categorie di controlli, all'algebra logica, ecc.) ovvero a pro-

blemi più specificamente tecnici come quelli relativi ai componenti. Gli studi di quest'ultimo tipo presentano una certa affinità con quelli condotti presso i centri scientifici di talune grandi ed avanzate industrie americane nella convinzione che si possano conseguire, in questo modo, progressi più spinti che non lavorando solo al perfezionamento delle tecniche già disponibili nell'ambito delle prospettive aperte da queste.

Complessivamente dalla visita all'Istituto di Automatica e Telemeccanica si ricava l'impressione, largamente confermata dal livello della letteratura tecnica russa e, in particolare, dalla recente partecipazione al congresso dell'I.F.A.C., che la teoria e la tecnica del controllo siano, nell'Unione Sovietica, ad un livello veramente molto elevato. In alcuni campi gli studiosi sovietici hanno, anzi, una posizione d'avanguardia come, in particolare, nella teoria dei sistemi non lineari, continui o no, dove, per altro, si avvalgono di una tradizione matematica di lunga data. Gli studiosi russi, in questo campo, sono anche molto aggiornati sulla teoria e sulla tecnica dei paesi occidentali, la cui letteratura tecnica viene largamente consultata e spesso tradotta in maniera sistematica.

Si può notare, però, che si tratta di un campo al quale, dopo piani di elettrificazione e di sviluppo dell'industria meccanica pesante, viene dedicato il maggiore interesse da parte delle autorità e della opinione pubblica e che, quindi, si può avallare di finanziamenti notevoli e di una posizione di prestigio.

Nel campo del calcolo automatico un Istituto di notevole importanza è quello di « Meccanica di Precisione e Tecniche di Calcolo », diretto da S. A. Lebedev, che ha progettato la Besm I e la Besm II. Assai importante è anche il Centro di Calcolo di Mosca dell'Accademia delle Scienze, dotato della Strela, dell'Ural I e II e della Besm II; questo istituto impiega tali macchine per la risoluzione di problemi scientifici e tecnici sia propri (circa metà tempo) sia proposti da altri enti; il lavoro di programmazione è effettuato da personale dell'Istituto (circa 300 persone) per i problemi interni e da altri programmatori per i problemi esterni: in complesso il lavoro di programmazione viene svolto da circa un migliaio di persone. Di calcolo automatico si occupa anche l'Università di Mosca, che dispone di una Strela ed in cui è stata progettata ed attuata la macchina Setun, a base ternaria. Assai importanti sono anche i centri di calcolo di Leningrado e di Kiev.

La maggior parte delle macchine viene adoperata per problemi di carattere scientifico e tecnico; è infatti molto recente la decisione di studiarne e di pianificarne l'applicazione per scopi commerciali e amministrativi.

Il numero di macchine nell'Unione Sovietica è molto minore che negli Stati Uniti. Dal punto di vista della concezione generale della macchina e dei criteri di progetto si può dire che si tratta di macchine di ottimo livello (gli studi in questo campo sono, infatti, molto avanzati); dal punto di vista tecnologico, invece, la costruzione risente del fatto che la produzione elettronica corrente nell'Unione Sovietica è di livello inferiore di quella occidentale; in particolare, il grado di sicurezza funzionale è minore e la transistorizzazione è assai meno spinta.

Di notevole livello sono, generalmente, gli studi scientifici vicini a quelli relativi al calcolo automatico, quali gli studi sulla traduzione automatica, il riconoscimento di caratteri, ecc.

Anche studiati sono i problemi dell'impiego di dispositivi di calcolo o di calcolatrici speciali nelle catene di controllo, sia presso istituti di calcolo, sia presso istituti di automazione.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.

Le notizie fin qui fornite, relative soprattutto all'organizzazione dell'insegnamento e della ricerca di base, danno conto di un livello indubbiamente elevato (soprattutto nel campo del controllo automatico). Esse sono basate su dati assunti direttamente o, comunque, di buona attendibilità; meno facile invece è rendersi conto di come a questo elevato livello scientifico possa fare seguito una corrispondente diffusione di nuovi procedimenti e di tecniche sempre più moderne nell'industria. In altre parole non è stato altrettanto facile documentarsi sui rapporti fra progresso scientifico e progresso tecnico, i quali non possono, naturalmente, svilupparsi negli stessi termini, data la differenza di strutture economiche e

sociali, che nei paesi occidentali. In questi, infatti, uno dei meccanismi più importanti per la diffusione del progresso tecnico nel campo dell'automazione è basato sulla pressione esercitata dalle ditte produttrici di mezzi per l'automazione (di organi di controllo, di calcolatrici, ecc.) le quali svolgono un'attivistissima propaganda per l'impiego dei dispositivi da essi studiati e realizzati.

Gli istituti di ricerca dell'Unione Sovietica, invece, non svolgono nessuna azione di questo genere essendo la loro eventuale opera di divulgazione dedicata soprattutto al piano culturale.

Da notizie più indirette sembra che un compito di collegamento fra gli istituti di ricerca e le industrie venga svolto da appositi comitati governativi sulla cui struttura e sulle cui esatte mansioni non si è avuto modo di assumere notizie più dettagliate.

F. Barozzi, A. Lepsky, A. Ruberti

* *

Un transistor capace di funzionare a temperature dell'ordine di 350 °C è stato realizzato dalla Westinghouse E. Corp. Esso è costituito da carburo di silicio e rappresenta un notevole progresso rispetto ai tipi noti. Gli ordinari transistori al germanio non possono funzionare oltre 95 °C e quelli al silicio non oltre 200 °C.

Le prove di laboratorio hanno dimostrato che il nuovo transistor mantiene un guadagno superiore all'unità fino a temperatura di 355 °C; con ulteriori sviluppi si prevede di poter arrivare a temperatura di funzionamento dell'ordine di 500 °C.

Il nuovo transistor è un dispositivo unipolare che differisce, come principio di funzionamento, dai comuni tipi bipolari al germanio o al silicio.

Questi transistori sono ricavati da cristalli dello spessore dell'ordine di 0,05 mm e che contengono meno di una parte di impurità su 10 milioni di parti di carburo di silicio. La giunzione interna viene generata con esposizione a vapori di alluminio a circa 2 200 °C: gli atomi di alluminio si diffondono nel cristallo di carburo di silicio facendo cambiare il suo comportamento da tipo *n* a tipo *p*: la giunzione si forma là dove i due tipi si incontrano e il processo di diffusione viene controllato entro pochi centomillesimi di millimetro.

Un transistor finito misura circa 2 mm di lunghezza e 1 mm di larghezza; l'area utile della superficie è più piccola di una testa di spillo.

Il transistor finito ha un guadagno di circa 60 a temperatura ordinaria.

* *

Un trasformatore da 600 000 kVA sarà installato per l'impianto attualmente in costruzione a Muncie (Indiana, USA) di cui si prevede l'entrata in funzione nel 1961. Il trasformatore avrà il rapporto 20/138 kV e peserà circa 300 t.

Il trasformatore più potente finora in esercizio è da 400 000 kVA.

* *

Trasformazione diretta di energia termica in energia elettrica, con una potenza di 90 W è stata ottenuta con un elemento termionico al cesio utilizzando il calore prodotto da fissioni nucleari, secondo quanto è stato annunciato dai Laboratori della General Dynamics Corporation (San Diego - California).

Le esperienze sono state eseguite utilizzando una cellula al cesio con un elemento di combustibile nucleare costituito da carburo di uranio e carburo di zirconio. La potenza massima ottenuta, di 90 W, corrisponde a una produzione unitaria di 21 W per cm². La conversione di energia termica in energia elettrica, misurata all'uscita, ha dimostrato un rendimento del 10 % funzionando a temperatura di circa 1900 °C.

Il dispositivo sembra atto a ulteriori sviluppi e perfezionamenti, e suscettibile di un aumento del rendimento aumentando le sue dimensioni e la sua temperatura.

* *

Accordo di collaborazione tra l'ENEA e l'IAEA. — L'Ente Internazionale per l'Energia Atomica (IAEA) ha concluso con l'Ente Europeo per l'Energia Nucleare (ENEA) un accordo di collaborazione, che nei mesi scorsi era stato approvato, in linea di massima, dall'Assemblea plenaria dell'IAEA e dal Consiglio dell'OECE.

Nell'annuncio dell'entrata in vigore dell'accordo, il direttore generale dell'IAEA, Sterling Cole, ha sottolineato che, per quanto si propongano obiettivi praticamente identici, i metodi delle due organizzazioni sono sostanzialmente diversi. I membri dell'ENEA appartengono ad un gruppo relativamente omogeneo di paesi dell'Europa occidentale, mentre l'IAEA conta membri in ogni parte del mondo e quindi sensibilmente diversi sotto ogni punto di vista.

L'IAEA ha praticamente limitato la sua attività iniziale allo scambio di conoscenze ed esperienze su scala mondiale e all'assegnazione di aiuti tecnici e finanziari in vista del raggiungimento di obiettivi preliminari; l'ENEA si è decisamente orientata verso la costruzione di grandi impianti nucleari comuni a carattere industriale.

La collaborazione tra i due enti nucleari consentirà di concordare su scala mondiale regolamentazioni e procedure nel settore sanitario.

* *

La torre per le prove statiche del razzo nucleare « Rover ». — I pericoli delle radiazioni richiederanno speciali soluzioni d'ingegneria e l'impiego di metalli strutturali diversi da quelli correntemente adottati, per la realizzazione di una torre di prova per il motore nucleare a razzo « Rover » presso il Poligono della Commissione americana per l'Energia Atomica (AEC) nel Nevada.

L'impianto per le prove statiche a terra del « Rover » è in progettazione presso la sezione Aetron dell'Aerojet-General Corporation, in base ad un contratto dell'AEC. Il costo preventivato per la costruzione della torre di prova viene valutato a 7-8 milioni di dollari (da 4 350 a 4 970 milioni di lire).

A causa dei problemi che lo sviluppo di radiazioni comporta durante l'uso della torre di prova, alla progettazione dell'impianto collaborano anche i tecnici della sezione dell'Aerojet che si occupa della propulsione nucleare.

La torre per le prove statiche del prototipo di motore nucleare a razzo che verrà costruito nell'ambito del Programma « Rover » sarà in gran parte realizzata con leghe d'alluminio, anziché in acciaio, in maniera da offrire una maggiore resistenza alle radiazioni. Sono previste anche strutture schermate per gli strumenti, per l'impianto di alimentazione del propellente e per il personale. Il reattore verrà immesso e ritirato dalla torre di prova mediante telecomandi, sì da assicurare al personale la massima protezione dalle radiazioni.

Contrariamente ai normali motori a razzo che si servono della combustione rapida di propellenti chimici per sviluppare una forza propulsiva, il motore nucleare « Rover » non brucierà il propellente di cui dispone. L'idrogeno liquido sarà immesso a pressione nel reattore nucleare, dove il calore sviluppato dalla fissione a catena lo trasformerà in gas. L'idrogeno gassoso, senza bruciare, sarà infine espulso attraverso l'ugello di scarico, producendo la spinta che aziona il razzo.

* *

Protosincrotrone da 12 500 000 000 eV al Laboratorio Argonne. — Sono stati iniziati i lavori per la costruzione di un protosincrotrone, che svilupperà 12 miliardi e mezzo di elettroni-volt, presso il Laboratorio Nazionale Argonne della Commissione americana per l'Energia Atomica (AEC).

Il nuovo acceleratore sarà il terzo del mondo tra quelli più potenti, essendo superato soltanto dall'apparato del CERN di Meyrin (Svizzera), che sviluppa 28 miliardi di eV, e dal sincrotrone da 30 miliardi di eV in funzione da alcuni mesi presso il Laboratorio Nazionale Brookhaven di Upton (New York).

Una società di Chicago ha intrapreso la costruzione di un gigantesco tunnel circolare di oltre 60 m di diametro nel sottosuolo. La galleria, che disporrà di otto grandi elettromagneti montati ad intervalli regolari, costituisce la « pista »

circolare lungo la quale i protoni saranno accelerati. Il campo magnetico degli otto magneti servirà a mantenere sulla « rotta circolare » i protoni durante l'accelerazione.

Sono stati iniziati anche i lavori per la costruzione di un edificio in cemento armato, dove verranno installati i 144 rad-drizzatori a vapore di mercurio destinati ad alimentare i magneti.

Gli uffici dell'impianto saranno sistemati nel sottosuolo, ad eccezione di un piano sopraelevato. Si prevede che la spesa complessiva per la costruzione dell'acceleratore e dei laboratori annessi si aggirerà sui 42 milioni di dollari (oltre 26 miliardi di lire).

Secondo quanto ha dichiarato il vice-direttore del Laboratorio Argonne, dr. Roger Hildebrand, l'acceleratore potrà produrre tutte le 30 particelle subatomiche note o previste, in quantità tali da agevolare gli studi relativi alle loro proprietà.

* *

Celebrato nell'URSS il centenario dell'opera di Stanislao Cannizzaro. — In Russia è stato celebrato il centenario dell'opera di Stanislao Cannizzaro, il chimico italiano che è stato tra i fondatori della teoria atomico-molecolare.

L'Associazione URSS-Italia ha tenuto un'assemblea per celebrare l'anniversario. Il chimico sovietico Iuri Soloviov, parlando ai convenuti, ha esaltato i meriti di Cannizzaro e ha sottolineato i rapporti scientifici e di amicizia di Cannizzaro con Dimitri Mendeleiev.

(Sovinformbureau)

* *

Il Segretariato della **Union Internationale des Télécommunications** ha fatto preparare una nuova acquaforte della serie dei ritratti dei grandi tecnici nel campo delle telecomunicazioni.

Si tratta, quest'anno, di Arnold Sommerfeld; l'acquaforte ha il formato di 23 x 17 cm, compresi i margini, ed è accompagnata da una breve biografia. Per l'acquisto rivolgersi al Secrétariat Général de la UIT (Ginevra, Palais Wilson 52 rue des Pâquis) inviando la somma di 3 franchi svizzeri.

* *

I cavi a 330 kV dell'impianto di Kariba

La centrale di Kariba su lo Zambesi, come è noto, è in caverna e pure in caverna sono installati i trasformatori che elevano la tensione a 330 kV. Quasi verticalmente sopra la centrale si sviluppa la stazione all'aperto per la partenza delle linee.

Il collegamento fra la centrale e la stazione all'aperto è eseguito con cavi con isolamento in carta e olio fluido, funzionanti a 330 kV.

Ogni cavo monofase è proporzionato per portare 500 A, cosicché ogni circuito (costituito da 4 cavi monofasi dei quali uno di riserva) può portare 285 MVA; sono installati 3 circuiti per una capacità di trasporto di 855 MVA.

Il cavo comprende un conduttore cavo cordato centrale isolato con strati di carta impregnata e racchiuso in una camicia di piombo rinforzato con nastratura di bronzo allo stagno, armato con fili di alluminio trafilato a freddo e rivestito di protezione contro le corrosioni. Il cavo è completamente impregnato d'olio in pressione, di bassa viscosità; il canale assiale del conduttore fornisce un facile passaggio dell'olio fra l'isolamento del cavo e i serbatoi d'olio.

Nell'impianto di Kariba, il percorso dei cavi comprende un tronco verticale alto 165 m e ciò fa sì che la pressione dell'olio alla base di tale tronco salga a 17,5 ÷ 21,1 kg/cm² secondo la temperatura del cavo; questa elevata pressione ha richiesto particolari accorgimenti costruttivi.

Il diametro esterno dei cavi risulta di circa 135 mm e il loro peso di 312 kg/m.

Dai morsetti dei trasformatori, in caverna, i cavi percorrono un tratto orizzontale lungo circa 73 m e, successivamente risalgono un pozzo verticale lungo 164,5 m; giunti alla

superficie del suolo, percorrono ancora un certo tratto fortemente inclinato per raggiungere la stazione all'aperto.

Nel tronco orizzontale, sotterraneo, i cavi sono posati in canalette riempite di sabbia, entro una galleria praticabile. Nel pozzo verticale ogni gruppo di 4 cavi (uno di riserva) è sostenuto da mensoloni di attacco distanti fra loro di 6,1 m; fra un attacco e l'altro il cavo ha una piccola incurvatura per

Bruciature a due conduttori di un turboalternatore da 62,5 MVA causate da sovratensioni dovute a fulmini. — Una linea di trasporto veniva colpita dal fulmine, probabilmente sulla fune di guardia, senza che in seguito potessero riscon-

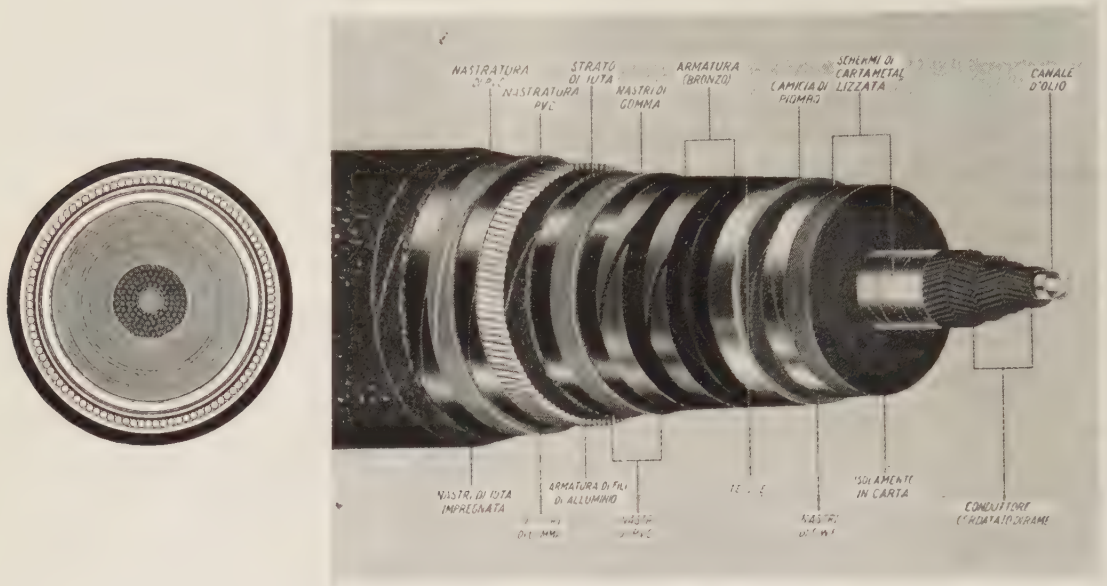


Fig. 1. Sezione e vista del cavo a 300 kV.

permettere le variazioni di lunghezza conseguente alle variazioni di temperatura. Il diametro del pozzo è di 6,7 m.

Nel tratto superficiale all'aperto i cavi sono posati entro canali di cemento, in trincea.

Il più lungo tronco di cavo posato è di 594 m; il tronco più corto è di 523 m.

I cavi sono alimentati da serbatoi d'olio ai terminali nella stazione all'aperto.

La messa in opera dei cavi è stata alquanto laboriosa e richiede operazioni di drenaggio dell'olio e di reimpregnazione.

Prima della spedizione i cavi furono provati in officina a 450 kV per 15 minuti a frequenza industriale e con 10 onde di impulso positive e 10 negative di 1 500 000 V alla massima temperatura del cavo.

Successivamente proseguendo le prove a impulso si verificò una scarica alla tensione di cresta di 1 720 000 V.

trarsi tracce di queste scariche. La resistenza verso terra della fune di guardia era stata misurata in 0,4 Ω e quella della messa a terra del palo a traliccio in 0,8 Ω .

La linea terminava alle sbarre da 110 kV alle quali erano collegati, un trasformatore da 31,5 MVA e, un cavo lungo 130 m che portava ad un trasformatore a sua volta collegato ad un turbogeneratore da 62,5 MVA con raffreddamento ad idrogeno. Questo trasformatore non subiva danni, mentre invece il generatore subiva danni di notevole entità alle testate degli avvolgimenti.

Il trasformatore, collegato a stella-triangolo, aveva quindi

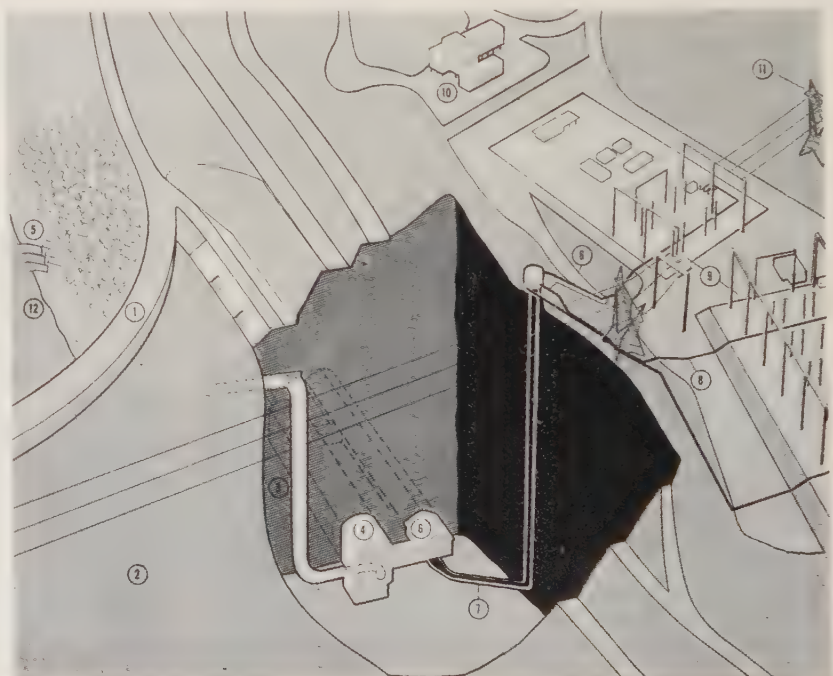


Fig. 2. — Spaccato schematico dell'impianto di Kariba.

1, Diga di Kariba - 2, Lago serbatoio - 3, Condotto forzato - 4, Sala macchine - 5, Canale di scarico - 6, Locale trasformatori - 7, Galleria e pozzo per i cavi - 8, Trincee per i cavi - 9, Stazione a 330 kV - 10, Uffici e sala quadri - 11, Pali della linea a 330 kV - 12, Fiume Zambesi.

potuto trasmettere gli impulsi della sovratensione dagli avvolgimenti ad alta tensione verso quelli a bassa tensione, senza subire danni ai propri avvolgimenti.

La fig. 1 rappresenta l'aspetto della bruciatura su 2 conduttori vicini.

L'arco si era formato in corrispondenza di una piastra di



Fig. 1. — Bruciature a due conduttori di un turboalternatore, provocate da sovratensioni dovute a fulmini.

ammarraggio fra due testate di avvolgimento in modo che la sollecitazione meccanica esercitata dal sostegno in materiale isolante aveva probabilmente avuto influenza sul punto in cui era avvenuta la scarica.

Dato il raffreddamento ad idrogeno in ciclo chiuso del generatore si può escludere che polvere potesse essere penetrata dall'esterno nel ciclo. Durante la formazione di un arco nell'interno del generatore, però, si era sviluppato tanto vapore metallico da rendere necessario il ricambio dell'idrogeno. Si trovarono su una testata dell'avvolgimento dell'indotto condensazioni di vapori metallici che aderivano fortemente agli avvolgimenti e che potevano poi essere asportate solamente con mezzi meccanici. La testata dell'avvolgimento simmetrica era invece quasi del tutto pulita.

(Da « Guasti alle macchine »).

* *

Distruzione di un convertitore rotante che raggiunge la velocità di fuga. — In una centrale un gruppo motore-generatore ed un convertitore rotante da 150 kW, 700 V, servivano per fornire energia alla rete tranviaria, nelle altre ore l'energia era fornita da raddrizzatori 2×200 A, 700 V.

Al momento del danno le macchine rotanti erano ferme e disinserite dalla rete.

Il convertitore rotante aveva eccitazione esterna ed era collegato con le sbarre mediante un interruttore unipolare da 400 A, munito di relè di massima corrente e di minima tensione. L'interruttore era munito di un contatto a U e di contatti ausiliari con distacco di circa 20 mm. Probabilmente durante un temporale si era creata nella rete aerea una sovratensione che provocava un particolare danno al convertitore. Per effetto della sovratensione si ebbe nell'interruttore aperto la formazione di un arco verso i contatti ausiliari in modo che il rotore del convertitore ricevette corrente e, per effetto dell'avvolgimento compound, si mise a ruotare in senso contrario.

Il danno ai contatti ausiliari dimostra che l'arco deve essere rimasto stabile, alimentato dalla corrente proveniente dai raddrizzatori, che non si disinserirono fino a quando non avvenne un corto circuito nel convertitore rotante che provocò la disinserzione dei raddrizzatori e la fusione del filo di connessione da 6 mm di diametro fra il contatto ausiliario ed il contatto principale dell'interruttore.

La durata dell'arco non poteva essere stabilita ma era stata comunque sufficiente per consentire al convertitore rotante di superare la velocità di fuga e di subire quindi notevoli dan-

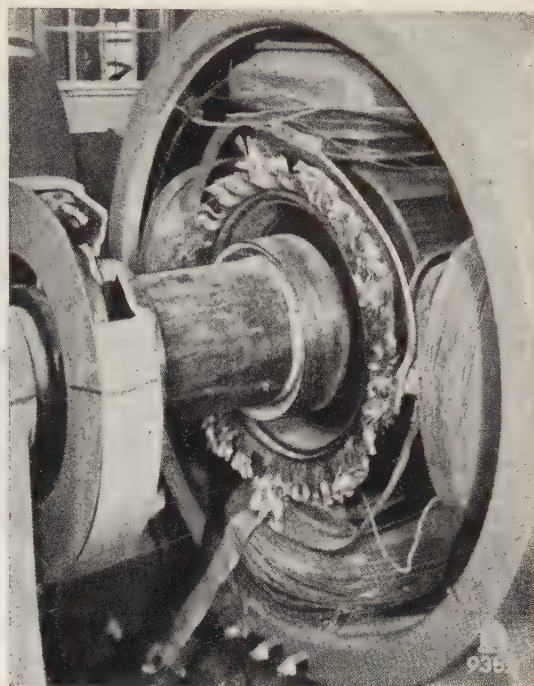


Fig. 1.

Veduta del convertitore ruotante dopo l'incidente: le lamelle del collettore sono state proiettate via, i portaspazzole e loro bracci sono stati strappati.

ni. La macchina doveva funzionare alla velocità di 1500 giri/min; il numero di giri effettivamente raggiunto non poteva essere accertato, dato che il tachimetro elettrico, a causa dell'inversione del senso di rotazione, non funzionava. Anche un dispositivo di disinserzione rapida, montato sull'albero della macchina, non aveva alcuna efficacia poichè l'interruttore era già disinserito.

(Da « Guasti alle macchine »).

* *

Programmi per il rilevamento magnetico mondiale 1960-65. — La Commissione italiana del Comitato internazionale di geofisica (C.I.G.) — Commissione istituita dal Consiglio Nazionale delle Ricerche, della quale è Presidente il prof. Paolo Dore e Segretario tecnico il prof. Maurizio Giorgi — informa che, a seguito della recente riunione tenuta a Parigi dal C.I.G. sull'attività della cooperazione geofisica internazionale dopo l'AGI, ha già avuto inizio il programma di « Rilevamento magnetico mondiale ».

Nella riunione di Parigi, anzidetta, il prof. Bartels ed il dr. Nagata hanno presentato rapporti sul « Rilevamento magnetico mondiale ».

Diversi Paesi hanno progettato di intraprendere rilievi a terra. L'URSS sta effettuando misure magnetiche in mare con la nave « Zarya ». Altre misure mediante satelliti artificiali sono state effettuate o si stanno effettuando con lo Sputnik III ed il Vanguard III. I risultati ottenuti dai satelliti terrestri sembrano concordare, con una approssimazione dell'uno per cento, con quelli ricavati dai dati al suolo. Si è inoltre a conoscenza di progetti di lancio in orbite polari di satelliti equipaggiati con strumenti magnetici.

Con il nuovo rilievo mondiale, si dovrebbero poter ottenere carte aggiornate del campo magnetico all'epoca 1965.0 e quindi su base continua, fino al 1975.0, completate da una descrizione del campo magnetico terrestre in quota nello spazio.

Alla riunione della IAGA di Helsinki (luglio 1960) si è

svolto un Simposio sul « Rilevamento magnetico mondiale » ; in tale Simposio il prof. Pushkov ha esposto rilevamenti magnetici dell'URSS, il dr. Heppner quelli effettuati dagli Stati Uniti con i satelliti, il dr. Byrnes ha parlato delle misure di correnti effettuate al di sopra degli oceani per mezzo di aerei ; il dr. Serson ha esposto i rilievi magnetici del Can; da ed il prof. Nagata ha trattato il problema delle variazioni secolari.

L'apposito Comitato della IAGA per il « Rilevamento magnetico mondiale » ha riferito ad Helsinki sui suoi lavori. Vi è un argomento che finora non è stato elaborato abbastanza ed è quello relativo alla programmazione degli studi relativi alle misure dell'alta atmosfera, al suolo e sugli oceani, che sono necessarie per il completamento del rilievo mondiale.

Questo programma ausiliare del rilevamento dovrebbe includere studi ed osservazioni con razzi, come complemento delle misure effettuate con satelliti; per uno studio più profondo sarà necessario l'aiuto degli specialisti in questo campo e il Comitato della IAGA fornirà i suggerimenti tecnici di carattere generale.

Il programma tecnico di appoggio dovrebbe comprendere lo studio particolareggiato di quei fattori ambientali che influenzano la qualità e la attendibilità delle misure compresi i campi geomagnetici transitori dei sistemi di correnti elettriche nello spazio, i quali a loro volta dipendono da eventi solari, dalla ionosfera e dalle aurore, o da altri fenomeni atmosferici e spaziali.

* *

La **World Power Conference** terrà una riunione plenaria a Melbourne dal 20 al 26 ottobre 1962 sul tema : « Nuovi aspetti nel campo della energia ».

Le Memorie da presentare alla riunione dovranno pervenire a Melbourne entro il 31 gennaio 1962. L'Italia ha diritto a 8 Memorie.

In una recente riunione del Comitato Italiano della World Power Conference sono stati precisati per le Memorie italiane i seguenti temi : Energia geotermica ; Risorse idroelettriche e carichi di punta ; Produzione combinata di energia e calore con turbine a contropressione ; Elettrificazione rurale in Italia ; Energia nucleare ; Trasporto di energia ; Valutazione economica delle fonti di energia ; Utilizzazione di energia primaria e secondaria per usi residenziali.

Chi fosse particolarmente interessato a questi temi e avesse in proposito notizie particolarmente importanti da presentare può mettersi in relazione con il Comitato Italiano. (Prof. Edoardo Lombardi, Roma, Lungotevere Tor di Nona, 1).

* *

Iniziative per valorizzare in Italia l'energia geotermica, eolica e solare. — La Rassegna Internazionale Elettronica e Nucleare di Roma ha deciso di dare vita e struttura organizzativa ad una sezione dedicata all'energia geotermica, eolica e solare.

La decisione è stata assunta allo scopo di inquadrare in manifestazioni indicative per il pubblico e in strutture di efficacia organizzativa per gli studiosi, per le industrie e per gli enti interessati, tutto ciò che ha attinenza con la conoscenza e lo sfruttamento dell'energia ottenibile dalle forze del sottosuolo, da quelle del vento e da quelle del sole.

La decisione presa dalla Presidenza della Rassegna Internazionale Elettronica e Nucleare è la conseguenza di tutta la considerevole attività sviluppata da questo Ente negli anni precedenti ; attività definitasi, tra l'altro, nel contributo offerto — sia per gli studi che per la presentazione al pubblico — nel corso della edizione del 1960 della Rassegna con un Congresso ed una mostra della energia solare.

* *

L'impianto Yankee in funzione. — Il 19 agosto 1960, un altro impianto nucleare di potenza su scala industriale, l'unità da 134 MW(e) ad acqua in pressione (140 atm) della Yankee

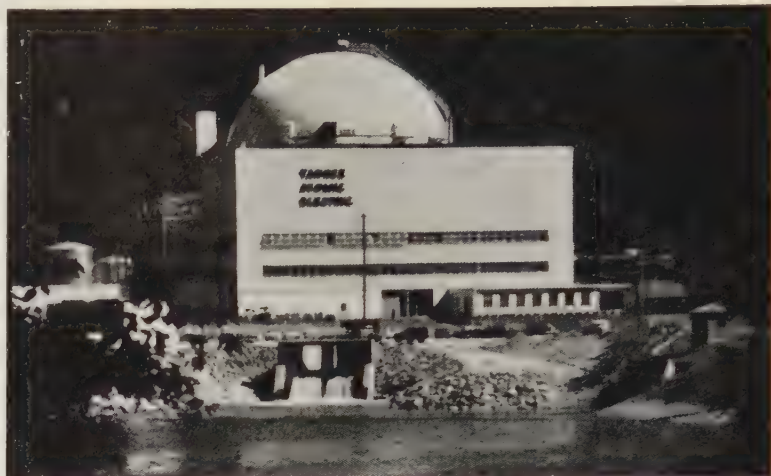


Fig. 1. — Veduta dell'impianto Yankee.

Atomic Electric Co. a Rowe, Massachussets, ha raggiunto la criticità. L'intera operazione è durata meno di due ore e si è svolta in modo del tutto regolare e soddisfacente.

Il programma di prove a potenza « nulla » ha avuto inizio immediatamente dopo la criticità, per verificare i parametri « fisici » del reattore e l'efficacia del sistema di controllo. Esso implicava misure di temperatura, pressione, portata, coefficienti di vuoto, efficacia delle barre di regolazione e del boro (l'acqua del sistema primario contiene circa 1 600 ppm di boro nella forma di acido borico per mantenere il nocciolo « sottocritico » con un largo margine, quando le barre



Fig. 2. — La sfera di acciaio di 40 m di diametro che contiene il reattore.

di regolazione sono inserite nel nocciolo stesso). Tale programma è stato completato con pieno successo nel tempo prestabilito. Sono stati quindi effettuati i necessari controlli di carattere meccanico e il turbogeneratore è stato portato in sincronismo.

Nel novembre 1960 l'impianto ha cominciato a produrre energia.

Si prevede che l'impianto funzionerà per qualche tempo a 15-30 MW elettrici; durante tale periodo verranno effettuate prove di verifica del coefficiente di potenza del reattore, portata del fluido raffreddante, efficacia degli schermi e comportamento in regime transitorio.

La Yankee ha già ottenuto dall'AEC l'autorizzazione a funzionare alla potenza di 110 MW elettrici (392 MW termici), ciò che verrà effettuato per gradini di 15-30 MW elettrici. Successivamente verrà iniziato un esercizio continuo a 110 MW elettrici per la durata di 500 ore, sulla base del quale la Yankee richiederà all'AEC l'autorizzazione a funzionare a 136 MW elettrici (485 MW termici).

La fig. 1 rappresenta una vista della centrale e la fig. 2 rappresenta lo stadio finale della costruzione della grande sfera di acciaio di 40 m di diametro che costituisce il contenitore.

* *

Conferimento del Premio ANIAI 1959. — Il giorno 14 dicembre 1960 a Torino in una solenne adunanza a Palazzo Madama presieduta dal Sindaco di Torino e dalla Presidenza della ANIAI, si è proceduto al conferimento del Premio ANIAI 1959 alla Fiat e alla Olivetti.

Il Premio annuale ANIAI (Associazione Nazionale Ingegneri Architetti Italiani) istituito nel 1955 è inteso a « onorare ed additare alla riconoscente attenzione del Paese le opere d'Ingegneria, che per la loro concezione tecnica e per le loro caratteristiche costruttive siano da considerare le migliori realizzazioni », nell'uno o nell'altro settore dell'Ingegneria e della Architettura ed Urbanistica.

Il Premio 1959 era riservato alle categorie Ingegneria Meccanica e Impianti industriali per opere realizzate nel settennio 1952-1959. L'apposita Commissione giudicante, dopo ampio esame, ha attribuito il Premio alla Fiat e alla Olivetti:

— alla Fiat Grandi Motori per il Motore Fiat 7512 S;

— alla Olivetti per i complessi « Nuova ICO » di Ivrea e per gli stabilimenti di Pozzuoli.

Il Premio consiste in una grande targa di bronzo da apporre in uno Stabilimento dell'Azienda premiata, in una medaglia d'oro conferita al Presidente, e altre medaglie a singoli eminenti collaboratori.

* *

Concorsi della Fondazione Francesco Somaini. — Sono indetti i seguenti Concorsi per l'anno 1961:

Concorso al « Premio Triennale per la Fisica Francesco Somaini » per il 1961 di L. 1 500 000 (un milione e cinquecentomila) nette, da assegnarsi al concorrente che la Commissione Giudicatrice giudicherà meritevole per i risultati conseguiti nello studio della Fisica durante il triennio 1° luglio 1958-30 giugno 1961.

Concorso alla « Borsa Francesco Somaini per lo studio della Fisica » per il 1961 di L. 750 000 (settecentocinquantomila) nette, da assegnarsi al concorrente che la Commissione Giudicatrice giudicherà meritevole, sia per i titoli, preparazione scientifica, lavori già svolti e risultati già conseguiti nella Fisica, sia anche per il vantaggio che gli studi, per i quali è richiesta la Borsa, possono portare allo sviluppo della Fisica in Italia.

Ad entrambi i Concorsi possono prendere parte singolarmente i cittadini d'ambo i sessi italiani e svizzeri del Canton Ticino purché di stirpe italiana.

Le norme particolareggiate verranno pubblicate in apposito volantino che potrà essere richiesto alla Segreteria della Fondazione presso il Tempio Voltiano a Como.

La domanda, i documenti, i lavori, ecc., dovranno pervenire, tra il 1° gennaio e le ore 12 del 1° luglio 1961, alla Commissione Amministratrice della « Fondazione Francesco Somaini » a Como presso il Tempio Voltiano.

* *

Concorso Premi di studio dott. Alessandro Bonavera. — È aperto il concorso per 7 premi di L. 500 000 nette cadauno, per il 1961, ripartiti come segue:

a) due premi per lavori in Matematiche pure; b) due premi per lavori in Elettrotecnica; c) due premi per lavori in Belle Lettere italiane; d) un premio per un lavoro di Storia.

Possono concorrere coloro che abbiano conseguito la laurea in Italia da non oltre dieci anni, che non abbiano superato

l'età di 35 anni e dimostrino di appartenere a famiglia sprovvista di beni di fortuna.

I concorrenti dovranno far giungere alla Segreteria dell'Accademia delle Scienze di Torino (Via Maria Vittoria n. 3) entro le ore 12 del 29 aprile 1961, la domanda indirizzata al Presidente dell'Accademia delle Scienze, corredata dai documenti di rito.

I lavori, oggetto del concorso, dovranno giungere anch'essi alla Segreteria dell'Accademia in tre copie stampate o dattiloscritte entro detto termine delle ore 12 del 29 aprile 1961 e dovranno essere accompagnati dai relativi elenchi.

* *

La Fondazione « Umberto Quintavalle » bandisce un **concorso per titoli a 5 borse di studio**, per studi e ricerche nel campo dell'elettronica e della fisica delle microonde.

Gli assegnatari, durante il periodo di godimento della borsa, dovranno dedicarsi esclusivamente allo svolgimento delle ricerche per le quali la borsa stessa sarà loro conferita.

Ciascuna borsa ha la durata di due anni ed il suo importo è stabilito in complessive L. 1 800 000 lorde. Al termine del biennio, sarà inoltre corrisposto all'assegnatario, che abbia regolarmente ed ininterrottamente usufruito della borsa, un premio di L. 500 000.

Delle 5 borse messe a concorso, una sarà usufruita presso la Sezione di Milano del Centro di Studio per l'Elettronica e le Telecomunicazioni del Consiglio Nazionale delle Ricerche, una, presso la Sezione di Pisa dello stesso Centro, e tre presso il Centro di Studio per la Fisica delle Microonde del Consiglio Nazionale delle Ricerche di Firenze.

Possono partecipare al concorso i cittadini italiani che abbiano conseguito la laurea presso una Università o Istituto Superiore italiano da non più di tre anni dalla data di scadenza del presente concorso.

Le domande di ammissione al concorso, dirette al Presidente della Fondazione « Umberto Quintavalle », dovranno pervenire alla Fondazione stessa, presso il Centro di Studio per la Fisica delle Microonde, Via Panciatichi n. 56, Firenze, entro il 31 marzo 1961.

* *

Il quarto **Corso sulla protezione dalle radiazioni** sarà tenuto alla Harwell Reactor School dal 19 aprile al 18 luglio 1961.

Il corso comprenderà 110 lezioni, su 3 argomenti principali: Basi scientifiche (48 lezioni); Principi delle protezioni contro le radiazioni (52 lezioni); Argomenti generali (10 lezioni).

Il Corso, che ha carattere universitario, sarà accompagnato da esperienze, visite, ecc.

La quota di iscrizione è di 250 sterline. Per informazioni rivolgersi a: The Manager - The Reactor School - Atomic Energy Research Establishment (Harwell - Berkshire).

* *

Premiata una tesi di laurea sui problemi di progettazione delle calcolatrici elettroniche. — Il 29 ottobre u.s., in una breve e significativa cerimonia, nella Sala del Consiglio della Facoltà di ingegneria dell'Università di Roma, è stato consegnato il premio Remington per la migliore tesi di laurea dell'anno accademico sui problemi di progettazione delle calcolatrici elettroniche, al neo-ingegnere Nazareno Condulmari.

Il Preside della Facoltà prof. Filippo Neri, ha sottolineato che iniziative del genere contribuiscono a stringere sempre più i rapporti fra Università e industria, con beneficio sia della cultura accademica sia del progresso tecnico e sociale del Paese. Egli ha quindi espresso di tutto cuore la sua simpatia e gratitudine alla Remington Rand Italia.

Il dr. Luvini, a nome del Presidente della Remington Rand Italia, dr. Sanguineti, ha risposto al prof. Neri, confermando il desiderio del dr. Sanguineti di rinnovare la borsa di studio per il prossimo anno accademico. Egli ha poi consegnato il premio nelle mani del neo-ingegnere Condulmari.

Erano presenti i professori, il dr. Aldo Ghizzetti dell'Istituto Nazionale Applicazioni del Calcolo del Consiglio Nazionale delle Ricerche e numerosi studenti.

LIBRI E PUBBLICAZIONI

DENIS-PAPIN: *Aide-Mémoire Dunod: Mathématiques Générales*. (Settima edizione. Editore Dunod, Parigi, 1959. Due volumi, rilegati, di 212 e 207 pagine rispettivamente).

Ecco la settima edizione dei manuali Dunod riservati alle matematiche generali. Naturalmente la nuova edizione è aggiornata ed aumentata rispetto alle precedenti. L'opera conserva però il ben noto carattere di comodo formulario; le numerose edizioni che si sono tanto rapidamente succedute provano, meglio di ogni altra considerazione, il successo dell'iniziativa e la favorevole accoglienza da parte degli ingegneri e degli studenti.

Il primo volume comprende Algebra, Geometria, Trigonometria piana e sferica, Analisi, Calcolo delle Probabilità, Funzioni aleatorie, Metodi statistici, mentre il secondo volume comprende Geometria analitica e infinitesimale, Calcolo grafico e numerico, Calcolo vettoriale, operativo, matriciale, tensoriale, Algebra binaria di Boole, Ricerche operative, Tavole delle funzioni.

Buona la presentazione.

*

G. EMANUELLI: *Gli impianti idroelettrici delle Marche dalle prime utilizzazioni ad oggi*. (Ancona 1959. Un volume di 19 x 30 cm, di 257 pagine con molte figure. Senza indicazione di prezzo).

Sebbene le Marche nonentino fra le regioni italiane più ricche di grandi risorse di energia idraulica, è interessante osservare come le Marche possano vantare meriti di pioniere nel campo degli impianti idroelettrici: infatti risale al 1887 l'inizio dei lavori per l'impianto di Sforzacosta, sul Chienti, che entrò in funzione nel 1891 con 2 gruppi da 70 kVA, 5 000 V, 60 Hz.

Da allora fu un rapido svilupparsi di iniziative e un vero pullulare di impianti, di piccola potenza per lo più, ma anche di notevole importanza in parecchi casi.

L'A. ha raccolto, con passione di tecnico e con grande cura le principali notizie storiche e tecniche su tutti gli impianti, grandi e piccoli, delle Marche, presentando così un quadro completo dello sviluppo idroelettrico attuale della regione.

L'interessante volume è riccamente illustrato e presenta una visione d'insieme che sarebbe stata anche più efficace se un buon indice avesse facilitato le consultazioni. Comunque la documentazione è molto accurata e esauriente.

*

M. FALLOT: *Théorie Générale des Circuits Electriques*. (Dunod, Parigi, 1960. Un volume di 16 x 25 cm, di XIV + 272 pagine, con 270 figure. Prezzo 29 NF).

La teoria dei circuiti elettrici poggia su nozioni acquisite e sistematizzate già da lungo tempo; i suoi principi fondamentali costituiscono, anzi, l'oggetto di lavori ormai classici.

L'opportunità di suggerire l'impiego di alcuni nuovi teoremi o di procedimenti matematici più idonei ad una presentazione più concisa e generale di certi argomenti o alla trattazione più efficace di certi casi particolari giustifica, però, senza dubbio, la compilazione di nuovi lavori sull'argomento, miranti soprattutto a finalità didattiche.

Finalità di questo tipo si propone il volume, qui recensito, di Maurice Fallot, direttore aggiunto e docente della Scuola Superiore di elettrotecnica, idraulica e radioelettricità di Grenoble, le cui dispense per i corsi di quella scuola hanno costituito la base per la elaborazione dell'opera che si considera. La trattazione, però, si differenzia notevolmente da quella delle dispense che l'hanno preceduta, soprattutto per la maggiore organicità e per lo scrupolo di chiarire questioni che, in quella sede, erano destinate ad essere illustrate in modo adeguato essenzialmente dalla trattazione orale del docente.

La esigenza fondamentale rimane, però, sempre quella di natura didattica. È in vista di tale fine che l'Autore ha ritenuto opportuno, come egli stesso dichiara nella introduzione, di dare alle diverse parti uno sviluppo proporzionato più alle esigenze di apprendimento degli allievi che alla eleganza della trattazione.

In questo spirito egli giustifica, in base alla sua esperienza personale di insegnamento, la convenienza di non affrontare subito lo studio dei circuiti con i metodi più moderni ma di dare, prima, largo spazio allo studio tradizionale dei sistemi in regime sinusoidale stazionario; in tal modo gli allievi non saranno portati ad attribuire troppo scarso interesse ai relativi metodi di analisi, applicandosi senza entusiasmo al loro studio e mancando di conseguire la necessaria esperienza di tali metodi.

Per motivi analoghi la parte dedicata alle correnti continue ha ricevuto uno sviluppo alquanto limitato, in modo che gli allievi non si radichino nell'abitudine a trattare equazioni a coefficienti reali, trovando, così, eccessive difficoltà di fronte alle equazioni a coefficienti complessi.

Sempre considerazioni di carattere didattico, infine, hanno suggerito all'Autore di fare un uso assai limitato del calcolo matriciale, allo scopo di non scoraggiare il lettore poco esperto del simbolismo relativo.

L'opera si divide in cinque parti.

La prima, dopo un richiamo delle leggi generali ed un riepilogo, particolarmente accurato, delle convenzioni relative, tratta delle correnti variabili, dedicando un breve spazio ai fenomeni transitori e, viceversa, una estesa trattazione, allo studio del regime sinusoidale. La seconda parte sviluppa i fondamenti della teoria delle reti, che viene applicata nella terza parte allo studio dei sistemi polifasi e nella quarta allo studio dei quadripoli. La quinta parte ha carattere a sé, trattando delle analogie elettromeccaniche.

*

K. KUPFMULLER: *Electricité Théorique et Appliquée*. Traduit de l'allemand par A. Fruling. (Editore Dunod, Paris, 1959. Un volume di 601 pagine, in VIII, con 503 figure).

La traduzione francese di questo testo, ormai classico, di elettrotecnica generale servirà certamente a dargli, anche fra noi in Italia, quella maggiore diffusione che esso indubbiamente merita e che noi auspichiamo.

La traduzione, molto fedele ed accurata, è condotta senza aggiunte nella quinta edizione tedesca pubblicata nel 1955 e da noi a suo tempo recensita.

Riteniamo quindi di non dover ripetere ciò che avemmo a dire in quella occasione poichè il lettore interessato può leggerlo a pag. 567 del volume XLII (1955) di questa stessa Rivista.

La veste tipografica è, in questa edizione francese, altrettanto curata di quella dell'edizione originale.

*

G. BIASOTTI: *Atlante schemi di impianti elettrici*. (Milano, Hoepli. Un volume di 24 x 34 cm, di 99 pagine. Prezzo lire 1 800).

L'A. presenta in questo volume una raccolta di un centinaio di schemi di impianti elettrici; da quelli più semplici ad altri alquanto complessi come quelli di cabine e centrali.

L'A. si attiene lodevolmente ai segni grafici considerati dalle Norme CEI aggiungendo anzi alcune opportune indicazioni che tendono a unificare le proporzioni geometriche dei segni stessi raggiungendo una maggiore uniformità di disegno.

Gli schemi sono accompagnati da un sobrio ma efficace testo illustrativo, basato per lo più su richiami delle Norme CEI cosicché nel suo complesso il volume riesce una utile guida per la formazione di un buon installatore di impianti elettrici.

Gli schemi comprendono impianti domestici di illuminazione, di comandi e comunicazioni varie; strutture e avvolgimenti di trasformatori e motori elettrici, con relativi comandi e protezioni; quadri di comando, cabine e centrali.

La presentazione tipografica è molto nitida e chiara in tutti gli schemi.

Il volume è raccomandabile a chi voglia impratichirsi nell'uso dei segni grafici e sul tracciamento corretto di schemi elettrici.

Gli impianti di accumulazione invernale Reisseck-Kreuzeck. (O.Z.E., giugno 1960).

La prima idea di questi impianti risale al 1947. In sponda sinistra del basso corso del fiume Möll, affluente della Drava, si eleva il massiccio del Reisseck il quale presenta parecchi laghi naturali situati ad altitudini intorno ai 2300 m s.m. con le possibilità di sfruttare un salto fino al livello del fiume Möll a quota 602 m s.m.

Il primo progetto fu quello di utilizzare le capacità di invaso di questi laghi alpini per accumulare acqua da sfruttare nel periodo invernale, in uno o più impianti in serie sul salto disponibile. Il costo di questi impianti, da costruire ad elevate altitudini, in una regione impervia, sarebbe risultato troppo alto per rendere l'impresa remunerativa. L'aspetto economico dell'impresa si presentava però assai migliore aggiungendo agli impianti di accumulazione invernale, lo sfruttamento, in centrali ad acqua fluente, dei numerosi corsi d'acqua che scendono dal massiccio del Reisseck verso il fiume Möll. Tutte queste disponibilità idriche potevano venire utilizzate in una centrale unica da installare sulle rive della Möll.

Inoltre si presentava la possibilità di sfruttare anche le risorse idriche del massiccio di Kreuzeck che si erge in riva destra della Möll, quasi di fronte a quello di Reiss-

I primi lavori si iniziarono nel 1950 e sono attualmente pressochè finiti.

Le opere attualmente completate sono le seguenti:

1) Impianto ad acqua fluente, del Reisseck, con un salto di 687,5 m e 2 gruppi installati, rispettivamente da 6,5 e 17,5 MW.

2) Impianto ad accumulazione del Reisseck, con un salto di 1772,5 m; comprende 2 gruppi generatori da 20 MW (in seguito, 3 gruppi) e un impianto di pompaggio con 3 pompe da 5700 kW, ciascuna per portata di 0,45 m³/s e prevalenza di oltre 1100 m.

3) Impianto ad acqua fluente del Kreuzeck, con salto di 587,5 m e 2 gruppi da 23,25 MW.

Complessivamente questi impianti, con una potenza installata di 132 MW possono produrre 135 milioni di kWh invernali e 170 milioni di kWh estivi.

Per il riempimento dei serbatoi di accumulazione che hanno una capacità di 17,15 milioni di m³, e ricevono in estate 10,66 milioni di m³, l'impianto di pompe provvede al sollevamento, durante il periodo estivo, di 6,49 milioni di m³ su un dislivello di circa 1110 m. Il consumo complessivo di energia è di circa 26 milioni di kWh annui.

L'energia accumulata nei serbatoi viene utilizzata prin-

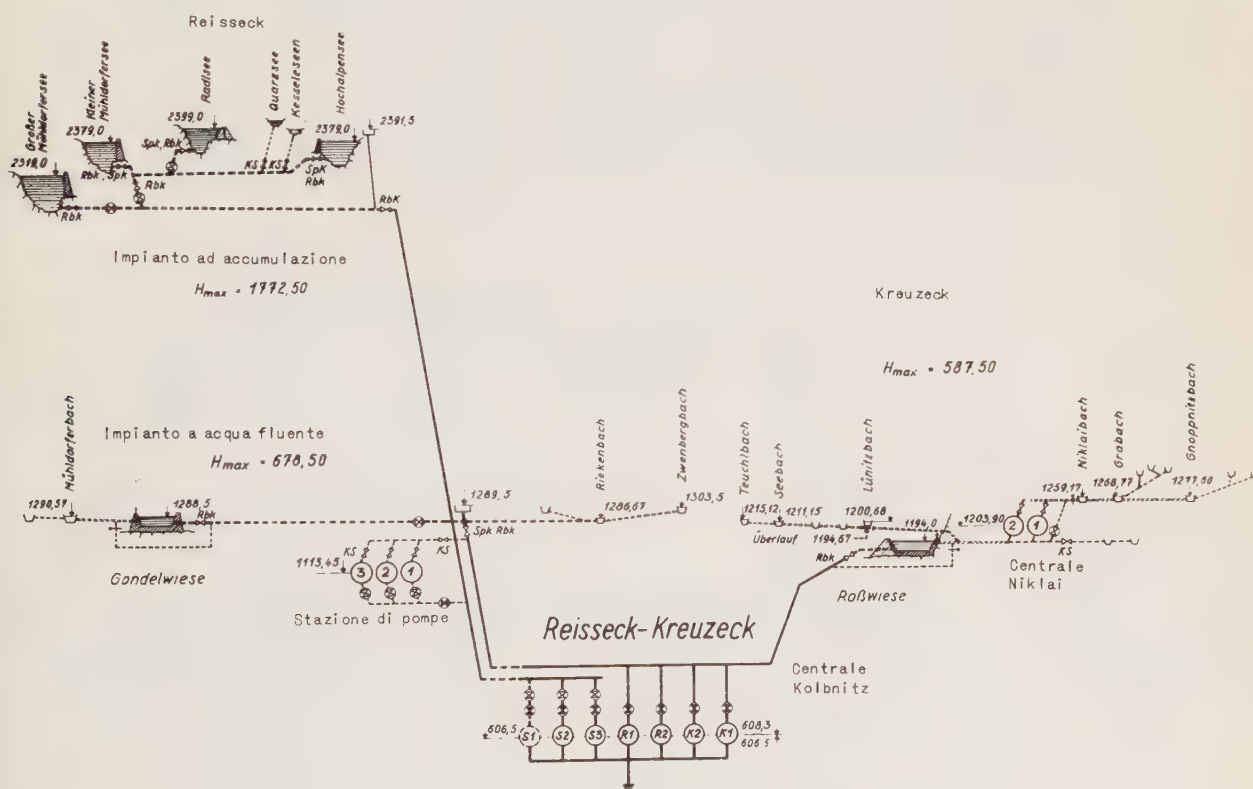


Fig. 1. — Schema generale degli impianti.

eck, captando opportunamente le acque dei torrenti che ne discendono e utilizzandole nella stessa centrale di Kolbnitz, sulla Möll (figg. 1 e 2).

Si arriva così ad un complesso di opere molto interessanti ed economicamente convenienti.

cialmente per coprire le punte giornaliere di carico della rete austriaca.

I dati caratteristici principali degli impianti in questione sono raccolti nella tabella. Come si vede la capacità complessiva di accumulazione di 17 milioni di m³ è stata

ottenuta sbarrando e rialzando il pelo liquido di 4 laghi: il Grosser Mühlendorfer See, il Kleiner Mühlendorfer See, lo Hochalmsee, e il Radlsee.

SBARRAMENTO DEL GROSSER MÜHLDORFER SEE (figg. 3 e 6).

Il lago è stato sbarrato per elevarne il pelo massimo di 35 m, portandolo fino a quota 2 319 m s.m.



Fig. 2. — Planimetria generale degli impianti.



Fig. 3. — Planimetria dei serbatoi Grosser Mühlendorfer e Kleiner Mühlendorfer.

In considerazione delle condizioni locali e della natura geologica dei terreni, si è adottato un tipo di diga a gravità in muratura di calcestruzzo (fig. 4).

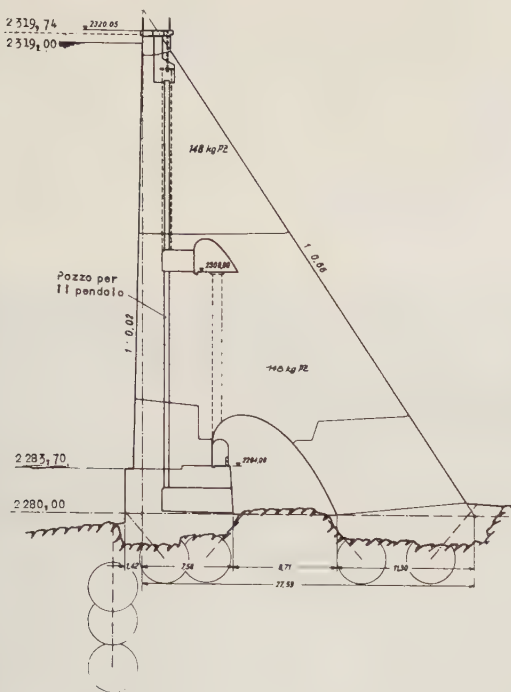


Fig. 4. — Sezione della diga di Grosser Mühlendorfer See.

La diga si svolge secondo un arco di cerchio di 2 630 m di raggio. Il ciglio si trova a quota 2 320 m s.m. ed è lungo 432,7 m. La massima altezza arriva a 46,45 m con spessore massimo alla base di 31,5 m. Il corpo della diga risulta composto di 33 blocchi; gli 11 blocchi centrali, per una lunghezza complessiva di 154 m sono alleggeriti con una cavità alla base che arriva fino alla quota 2 288 m s.m., dando luogo così a una galleria praticabile (fig. 5).

Un'altra galleria di ispezione si trova a quota 2 300 m s.m.; essa è lunga 330 m e ha una sezione di 7,7 m².

Verso il fronte a monte la diga è fornita di un sistema di canali di drenaggio. Sul fronte anteriore furono praticate nella roccia di fondazione, iniezioni di cemento, distanziate di 2 m; furono eseguite complessivamente 635 iniezioni per una lunghezza totale di 3 764 m.

I paramenti a monte e a valle sono rivestiti con lastre prefabbricate di cemento fortemente fissate ai paramenti.

La diga è provvista di scarico profondo, con l'asse a quota 2 278,45; l'imbocco è protetto da 2 griglie. Il tubo di scarico, di 900 mm di diametro, attraversa il vano di alleggerimento ricavato alla base del corpo della diga e in tale tronco è inserita la valvola di comando; un'altra valvola è installata all'uscita del tubo dal corpo della diga, a valle. Lo scarico di fondo può vuotare il serbatoio, dal massimo al minimo livello di scarico, in un periodo di 31 giorni.

Lo scarico di superficie è proporzionato per un afflusso di 17,2 m³/s per ogni km² di bacino, considerato come evento catastrofico, ed è costituito da uno sfioratore a 3 luci con altezza di lama d'acqua di 74 cm.

La costruzione della diga ha presentato difficoltà per il rifornimento del materiale per i calcestruzzi che si è do-

Impianto	Bacino utilizzato	Area km ²	Afflusso annuo 10 ⁶ m ³	Disponibilità idriche			Salto m	Produzione di energia			Potenza installata MW	Serbatoi
				Inv.	Est.	Anno		Est.	Inv.	Anno		
Reisseck acqua fluente	Zwenberger Bach	13,12	14,02									
	Riekenbach	17,72	19,18	11,44	34,15	45,59	678,5	17	45	62	24 (max 27)	Serb. giornaliero di Gondelwiese 40 000 m ³
	Mühlendorfer Bach	11,75	13,71	pomp.	—6,49	—6,49						
	Totale	42,59	46,91	11,44	27,66	39,10						
Reisseck ad ac- cumulazione	Grosser Mühl- dorfer See	1,08	1,68	1,19 10,66 11,85 (primo stadio) pomp. 6,49 6,49 (secondo stadio)			1772,50	73	— (—26 per pomp.)	73	40 (max 50) 60 (max 75)	Serbatoi annuali 7,80 × 10 ⁶ m ³ 2,77 × 10 ⁶ m ³ 4,11 × 10 ⁶ m ³ 2,47 × 10 ⁶ m ³ 17,15 × 10 ⁶ m ³
	Kleiner Mühl- dorfer See	1,43	10,17									
	Hochalmsee	1,52										
	Kesselesee e Quarzsee	1,90										
	Radlsee	1,68										
	Totale	7,61	11,85	1,19	17,15	18,34						
Kreuzeck acqua fluente	Teuchlbach	42,54	49,56									Serbatoio setti- manale Rosswiese 193 000 m ³
	Niklaibach	22,12	24,29								46 (max 48)	
	Grabach	21,36	25,15	37,76	89,29	122,05	587,50	43	120	163		
	Gnoppnitzbach	28,70	38,01									
	Totale	114,72	137,01									
Impianto in- termedio di Niklai	Niklaibach	64,16	77,64	16,75	43,25	60	56,90	2	5	7	1,6	Acqua fluente
	Grabach											
	Gnoppnitzbach											
Totale								135	170	305	112,1 (in seguito 132,1)	

vuto far arrivare da una cava lontana 65 km, presso Villaco.

Due dei blocchi di muratura della diga sono stati provvisti di numerosi strumenti di sorveglianza e di misura.



Fig. 5. — Galleria di alleggerimento praticabile nella diga di Grosser Mühlendorfer See.

nella cabina sistemata nella galleria inferiore di alleggerimento.

Gli spostamenti vengono rilevati mediante 3 allineamenti. Per le misure di spostamento perpendicolari all'asse della diga è installato un dispositivo a pendolo, sistema Huber, che permette di rilevare spostamenti del filo del pendolo, dell'ordine di 0,07 mm. La contrazione trasversale è controllata con 9 dispositivi a variazione di resistenza.

Sbarramento del KLEINER MÜHLDORFER SEE (figg. 3 e 7).

Le condizioni topografiche e geologiche hanno suggerito come soluzione di massima convenienza di elevare il pelo d'acqua naturale di 33,3 m.



Fig. 7. — Lo sbarramento del Kleiner Mühlendorfer See.



Fig. 6. — La diga del Grosser Mühlendorfer See.

Per le misure di temperatura sono stati installati 47 termometri a resistenza nel blocco XIV e 26 termometri nel blocco XXII; le indicazioni sono riportate a distanza

Si è adottato anche qui un tipo di diga a gravità alleggerito, analogo a quello del Grosser Mühlendorfer See, con paramenti rivestiti di lastre di cemento prefabbricato.

Anche i dispositivi di scarico, profondo e superficiale, sono analoghi; la tubazione dello scarico profondo ha un diametro di 600 mm.

SBARRAMENTO DELL'HOCHALMSEE.

Per questo bacino la sopraelevazione del pelo d'acqua fu limitato a 18,70 m, portandolo a quota 2379 m s.m.

La diga è del tipo a gravità alleggerito, analogamente alle precedenti. In pianta lo sbarramento si presenta costituito da due tronchi, uno ad arco di cerchio di grande diametro e l'altro rettilineo, raccordati fra loro da un robusto blocco.

Il tratto ad arco è lungo 236,6 m ed è composto di 18 blocchi; la cavità di alleggerimento si estende su 6 blocchi ed è lunga 98 m. Il tratto rettilineo è lungo 120 m.

SBARRAMENTO DEL RADLSEE.

Per questo lago il livello liquido massimo fu portato a quota 2399, con una sopraelevazione di 10,5 m.

Lo sbarramento è del tipo in terra con nocciolo centrale in calcestruzzo; è lungo 211,70 m e si sviluppa ad arco di cerchio con raggio di 500 m (fig. 8).

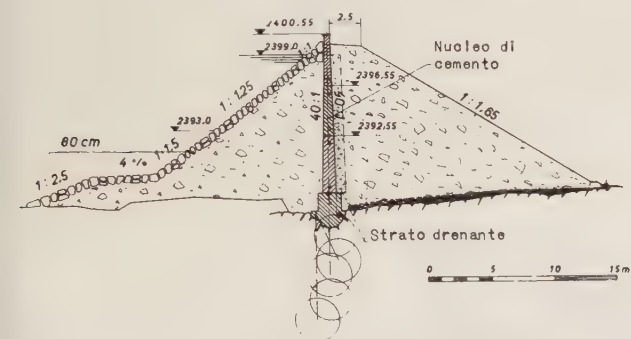


Fig. 8. — Sezione della diga di Radlsee.

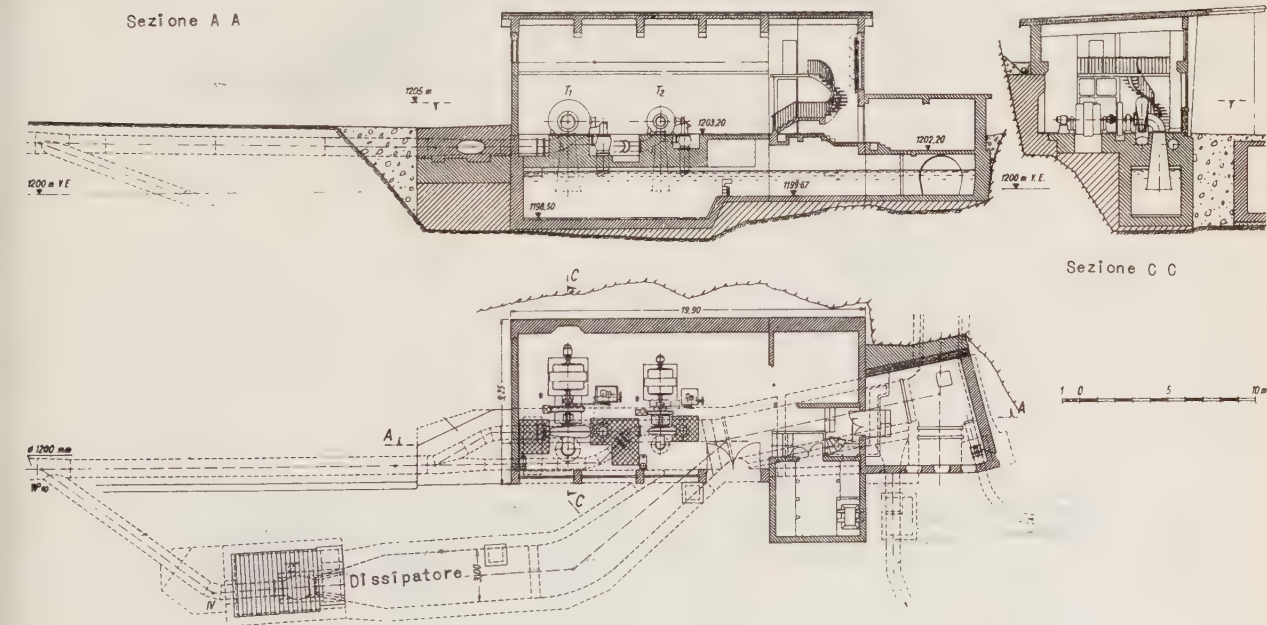


Fig. 9. — Pianta e sezioni della centrale Niklai.

Il nocciolo impermeabile in cemento ha il coronamento a quota 2400,43 m s.m.; in sommità ha uno spessore di 40 cm e le facce discendono con pendenza di 40 : 1. È costituito da blocchi di 6 m, di lunghezza.

A ridosso del nucleo di cemento, verso valle è sistemato uno strato drenante dello spessore di circa 1 m, costituito da frammenti delle dimensioni di 30 fino a 150 mm. Alla base di tutto il corpo a valle del nucleo di cemento è sistemato un altro strato drenante, orizzontale. Il materiale costituente il corpo della diga fu ricavato nelle vicinanze; esso veniva messo in opera e compresso fino a ottenere un peso di 2,26 a 2,33 t/m³.

La presa di fondo ha una luce libera con 60 cm di diametro.

Lo scarico delle piene è affidato a uno sfioratore lungo 10 m.

PRESE DEI TORRENTI PER GLI IMPIANTI AD ACQUA FLUENTE.

Nelle vallate dei torrenti Mühldorfer, Rieken, e Zwenberger si sono captate le acque, fra le quote 1287 e 1303 m s.m. Si è così ottenuta una portata di 5 m³/s che viene utilizzata nell'impianto ad acqua fluente di Reisseck.

Sul massiccio di Kreuzeck si sono captate, fra quota 1211 e 1318, le acque dei torrenti Niklai, Gra e Gnoppnitz del Teuchlbach e suoi affluenti ottenendo una portata di 9,2 m³/s.

È stato anche possibile realizzare, in collegamento con queste prese alcuni piccoli serbatoi di regolazione: il serbatoio giornaliero di Gondelwiese e il serbatoio settimanale di Rosswiese.

Le condizioni topografiche hanno altresì reso possibile utilizzare l'acqua derivata sul torrente Gra e quella derivata dal torrente Niklai, su un salto di 56,5 m costruendo una piccola centrale (fig. 9) che può produrre in un anno normale circa 7 milioni di kWh, dei quali 2 milioni invernali e 5 milioni estivi.

Le prese sono tutte del tipo con aperture sul letto del torrente, protette da griglie, e caduta verticale dell'acqua. Vi sono 2 griglie in serie, larghe 1,20 m e lunghe da 2,5 a 6,6 m, secondo la portata da derivare; lo scartamento dei barrotti delle griglie è di 20 mm. Le griglie sono leggermente inclinate per evitare il depositarsi della

ghiaia più grossa, che viene così trascinata via dalla corrente (figg. 10, 11, 12).

Alla camera di presa a griglie seguono una camera per il deposito della ghiaia e un disabbiatore per il deposito

della sabbia fine. All'ingresso della camera per la ghiaia è installata una paratoia.

Per la separazione della sabbia si sono adottati disabbiatori tipo Büchi dimensionati in modo da eliminare gli

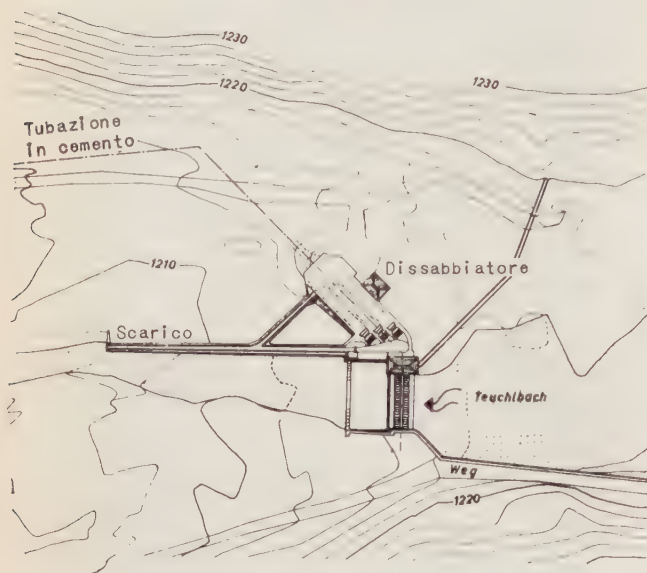


Fig. 10. - - Planimetria della derivazione dal Teuchlbach.

Dalle camere del disabbiatore l'acqua sfiora nella camera dell'acqua depurata dalla quale parte il canale di derivazione. Questo è in generale costruito in cemento con diametro interno di 1,42 m.

La alimentazione della centrale sussidiaria di Niklai è fatta con una tubazione di acciaio, del diametro di 1 200 mm, e lunga circa 360 m. Le opere di derivazione del torrente Niklai sono proporzionate per una portata di 6 m³/s ma la centrale dello stesso nome è proporzionata, per ragioni economiche, per la portata di 3,6 m³/s cosicchè in tempi di acque alte una portata di 2,4 m³/s fluisce senza venire utilizzata in questa centrale.

La portata che fluisce in centrale è automaticamente regolata da un dispositivo a galleggiante installato alla presa sul torrente Niklai; se la portata supera quella che la centrale può smaltire, si apre una valvola che permette all'eccesso dell'acqua di passare in un condotto predisposto in parallelo con la centrale, ricongiungendosi poi allo scarico di essa (fig. 9).

PICCOLI SERBATOI.

Come si è detto, gli impianti ad acqua fluente sono provvisti di 2 piccoli serbatoi.

Il serbatoio settimanale di Rosswiese è situato poco a valle dal punto in cui si riuniscono i canali di gronda del massiccio di Kreuzeck e viene a trovarsi a una quota di circa 580 m sopra quella delle turbine della centrale di Kolbnitz (fig. 13).

Il serbatoio è stato realizzato utilizzando una infossa-

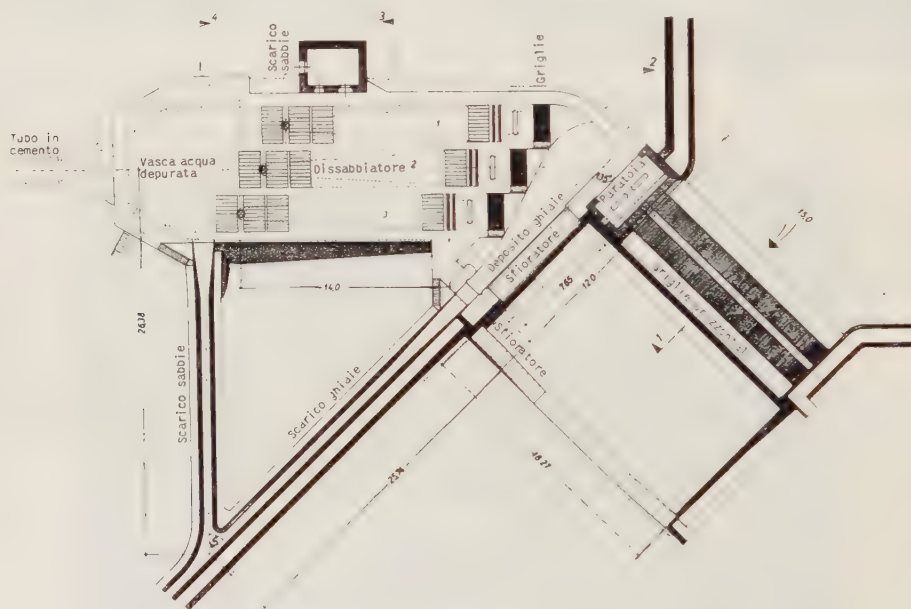


Fig. II. — Planimetria delle opere di presa sul Teuchlbach

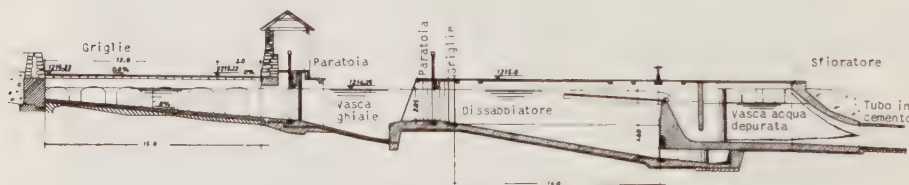


Fig. 12. — Sezione delle opere di presa sul Teuchlbach.

elementi di dimensioni superiori a 0,5 mm; le camere sono larghe 2,5 m e lunghe da 13 a 14,75 m, proporzionate per una velocità dell'acqua di 0,3 m/s. All'ingresso delle camere è sistemata una paratoia e una griglia fine. Ogni camera può smaltire una portata di 1,5 m³/s.

tura naturale della valle, opportunamente adattata con opere di scavo. Il bacino ha forma pressochè ovale, ed è lungo 210 m e largo al massimo 125 m in sommità; con 14 m di lama d'acqua si ottiene una capacità utile di 204 000 m³. Le pareti interne sono inclinate di 1 : 1,75.

La massima portata che affluisce al serbatoio è di 14 m³/s. La derivazione del serbatoio avviene sul lato nord con una semplice opera di presa.

Nel caso di arresto della centrale durante un periodo di acque alte, la portata affluente al serbatoio viene scaricata nel torrente Lunitz, distante circa 1,3 km.

Per la chiusura del serbatoio è costruita una diga in terra, con spessore di 3,6 m al coronamento, impermeabilizzata con 3 strati di asfalto. Anche il fondo del serbatoio è impermeabilizzato in asfalto.

Il serbatoio giornaliero di Gondelwiese è sistemato sul

	Imp. ad accumulazione di Reisseck	Impianto acqua fluente di Reisseck	Impianto acqua fluente di Kreuzeck
Portata massima m ³	4,5	5,0	9,0
Diametro iniziale m	1,35	1,35	1,80
Diametro finale m	0,95	1,00	1,35
Velocità iniziale m/s	3,14	3,50	3,54
Velocità finale m/s	6,35	6,35	6,28

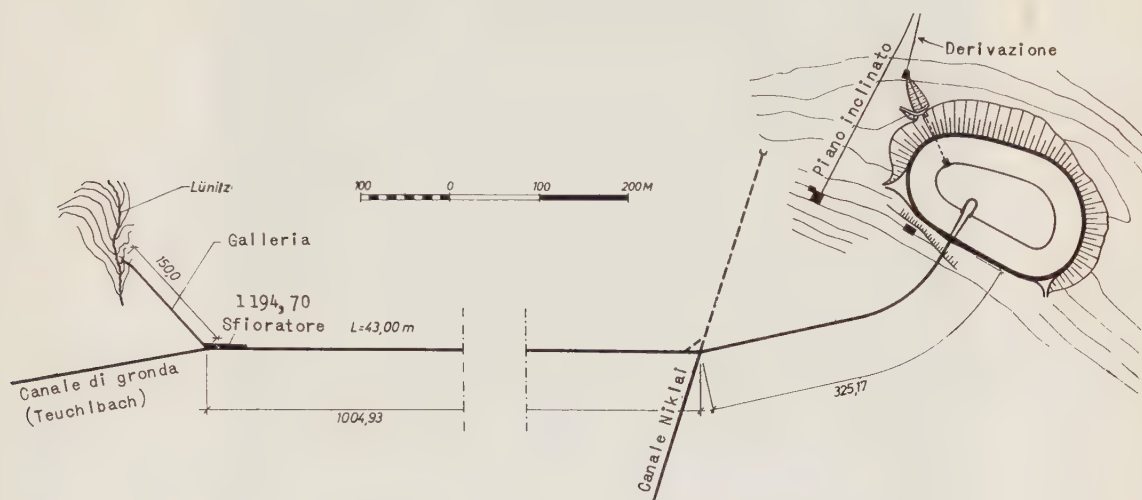


Fig. 13. — Planimetria del serbatoio di Rosswiese e dello scarico nel Lunitz.

massiccio di Reisseck, a circa 2 km di distanza dalla tubazione forzata.

È stato ottenuto con uno sbarramento in muratura, utilizzando una depressione naturale; con uno spostamento del pelo liquido di 8 m, rappresenta una capacità utile di 40 000 m³. Ha una lunghezza di 110 m e una larghezza massima di 67 m. Le pareti e il fondo sono rivestiti di piastre di cemento armato e impermeabilizzate.

L'acqua arriva al serbatoio mediante galleria; la derivazione avviene con tubazione metallica del diametro di 1 200 mm, con semplici opere di presa comandabili a distanza.

TUBAZIONE FORZATA.

La tubazione forzata che alimenta la centrale di Kolbnitz con le acque dei serbatoi del massiccio di Reisseck è quella che utilizza il più alto salto fra tutte quelle esistenti. Esso parte dalla camera delle valvole situate a quota 2 228 m s.m. e scende fino alla centrale di Kolbnitz, sulle rive della Möll a quota 605,20 m s.m.

La lunghezza totale della tubazione è di 4 245 m, e lungo di essa si trovano 34 blocchi di amarraggio.

A partire dal blocco 23, la tubazione proveniente dai laghi di accumulazione si affianca a quella alimentata dai canali di gronda e che serve l'impianto Reisseck ad acqua fluente. Le due tubazioni corrono poi una a fianco dell'altra fino alla centrale di Kolbnitz. L'ultimo tratto, a valle, delle due tubazioni corre quasi orizzontalmente nel fondo della valle della Möll, in trincea e annegato in calcestruzzo, per raggiungere la centrale.

La tubazione per l'impianto del Kreuzeck, sul versante opposto della valle, prende origine dal serbatoio settimanale di Rosswiese a quota 1 194 m s.m.; nel suo tratto estremo esso attraversa la Möll per raggiungere la centrale sulla sponda opposta.

Le caratteristiche principali delle 3 tubazioni sono le seguenti:

Le condizioni topografiche e geologiche resero molto difficile la realizzazione del pozzo piezometrico.

Scartate tutte le altre soluzioni possibili, a causa di difficoltà varie, si adottò una soluzione consistente in una tubazione, derivata direttamente dalla tubazione forzata subito a monte della camera delle valvole, la quale risale il pendio per un dislivello di 150 m e mette capo a una camera aperta superiore. La tubazione ha un diametro di 1 100 a 1 200 m ed è lunga 449 m. La camera superiore ha un volume utile di 230 m³, ed è opportunamente difesa contro la neve e il gelo (fig. 15).

Tutte le tubazioni sono saldate. Nei tronchi superiori gli spessori variano da 9 a 32 mm mentre nei tronchi più bassi si arriva a 47 fino a 51 mm.

Fra le quote 2 228 a 1 651 m s.m. le tubazioni sono lisce; da quota 1 651 a quota 1 109 i tubi sono cerchiati a freddo (fabbricati dalla Terni); da quota 1 109 a quota 703 m s.m. i tubi sono cerchiati a caldo (fabbricati dalla Acciaierie e Tubificio di Brescia) con anelli di acciaio al cromo-molibdeno con carico di rottura 110 a 115 kg/mm². L'ultimo tronco, quasi orizzontale, con diametro interno di 950 mm, è in tubi lisci con spessore di 47 mm.

CENTRALE DI KOLBNITZ (fig. 14).

L'edificio della centrale è unico per i 3 impianti: quello ad accumulazione di Reisseck, quello ad acqua fluente di Reisseck e quello ad acqua fluente di Kreuzeck.

La sala macchine è unica e comprende: 3 gruppi per l'impianto ad accumulazione e 2 gruppi per ciascuno dei 2 impianti ad acqua fluente. La sala è lunga 93 m ed è disposta perpendicolarmente all'asse della valle (figg. 16 e 17).

Verso il fiume si trova l'edificio dei quadri a 10 e a 30 kV, con gli uffici ecc. Nell'angolo così costituito si sviluppa la cabina all'aperto per 110 kV.

Tutti i gruppi generatori sono azionati da turbine Pelton.

I gruppi dell'impianto ad accumulazione (2 per ora, in seguito 3) sono da 25 MVA, 10,5 kV, $\cos \varphi = 0,9$, a 750 giri/min. I gruppi dell'impianto di Reisseck ad acqua fluente sono da 25 MVA, 10,5 kV; $\cos \varphi = 0,9$, a 750 giri/min. I due gruppi dell'impianto di Kreuzeck sono a

La lubrificazione dei supporti è ottenuta con pompa di circolazione dell'olio; la pompa è normalmente comandata da un motore a corrente alternata ma in caso di emergenza viene automaticamente inserita sulla rete a corrente continua in centrale.

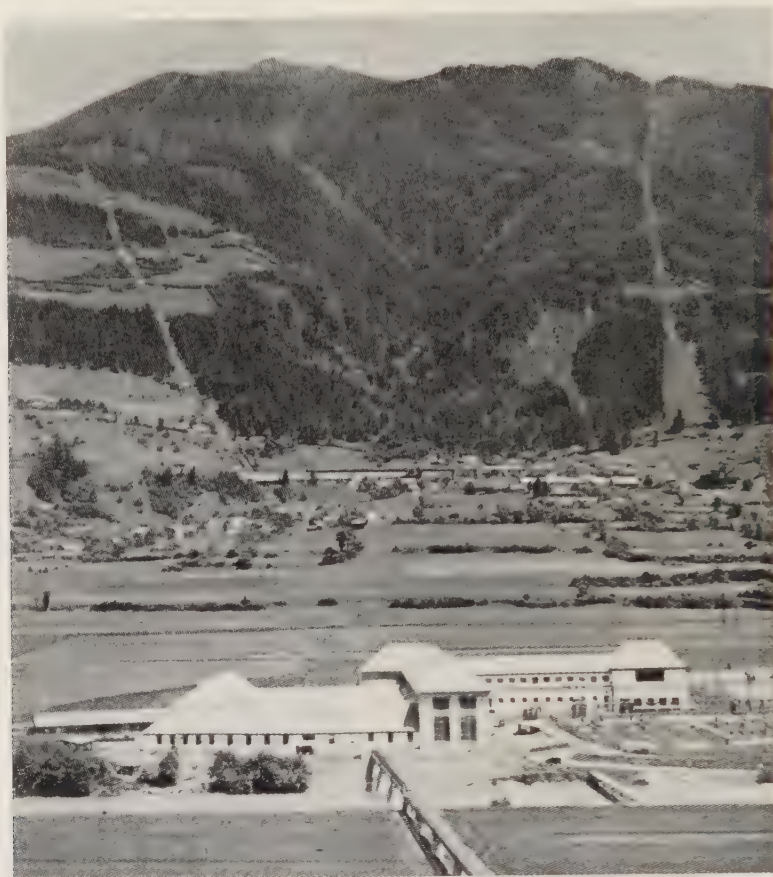


Fig. 14. — Centrale di Kolbnitz e tubazioni forzate sul Kreuzeck.

10,5 kV, ma: uno da 20 MVA, $\cos \varphi = 0,8$ a 500 giri/min;
l'altro da 9 MVA, $\cos \varphi = 0,8$ a 750 giri/min.

Per i gruppi ad accumulazione e di Kreuzeck si è tenuto un cos $\varphi = 0,9$ in considerazione della convenienza per la trasmissione dell'energia a grande distanza.

Uno degli alternatori di Kreuzeck e quello da 9 MVA sono collegati a 2 terne di sbarre a 10,5 kV, mentre gli altri 5 alternatori erogano su 2 terne di sbarre a 110 kV attraverso altrettanti trasformatori, senza interposizione di interruttori (fig. 18).

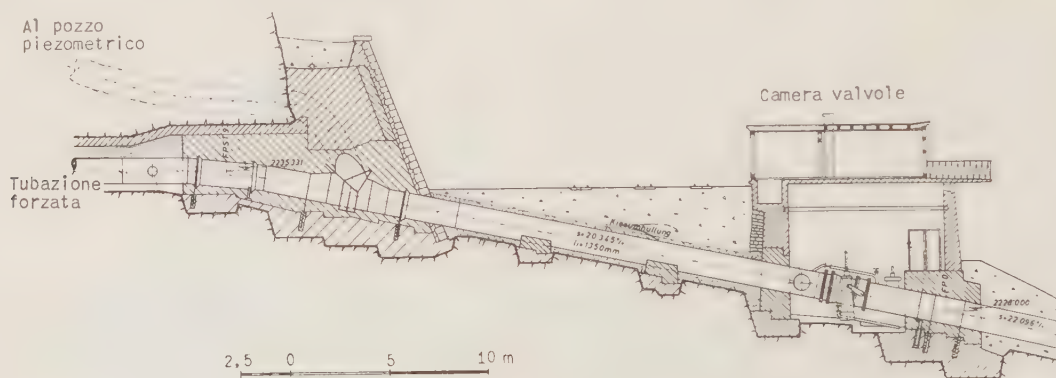


Fig. 15. — Derivazione per il pozzo piezometrico.

La ventilazione degli alternatori è effettuata in circuito aperto, con aria filtrata all'ingresso. Nei mesi freddi l'aria calda uscente dalle macchine è utilizzata per il riscaldamento della centrale e locali annessi. In caso di incendio negli avvolgimenti il circuito d'aria si chiude automaticamente.

Nella cabina all'aperto, oltre ai 5 trasformatori principali, sono installati 2 trasformatori regolabili da 20 e 25 MVA per il collegamento delle sbarre a 10,5 kV con quelle a 110 kV, e un trasformatore regolabile da 10 MVA che realizza il collegamento delle sbarre a 10 kV con una terna a 20 kV (fig. 19).

Dalla cabina partono due linee a semplice terna, una che si dirige verso sottostazioni collegate con la centrale di Schwabeck sulla Drava, e l'altra verso Lienz, da cui attraverso il Passo di Pelos assicura anche il collegamento con la rete italiana.

Complessivamente sono installati nella cabina all'aperto:

5 trasformatori di macchina (per ora 4) da 25 MVA	$115 \pm 5\%/10,5$	kV
1 trasformatore di regolazione da 25 MVA	$115 \pm 15\%/10,5$	kV
1 trasformatore di regolazione da 20 MVA	$115 \pm 20\%/10,5$	kV
1 trasformatore regolabile da 10 MVA	$21 \pm 13,7\%/10,5$	kV

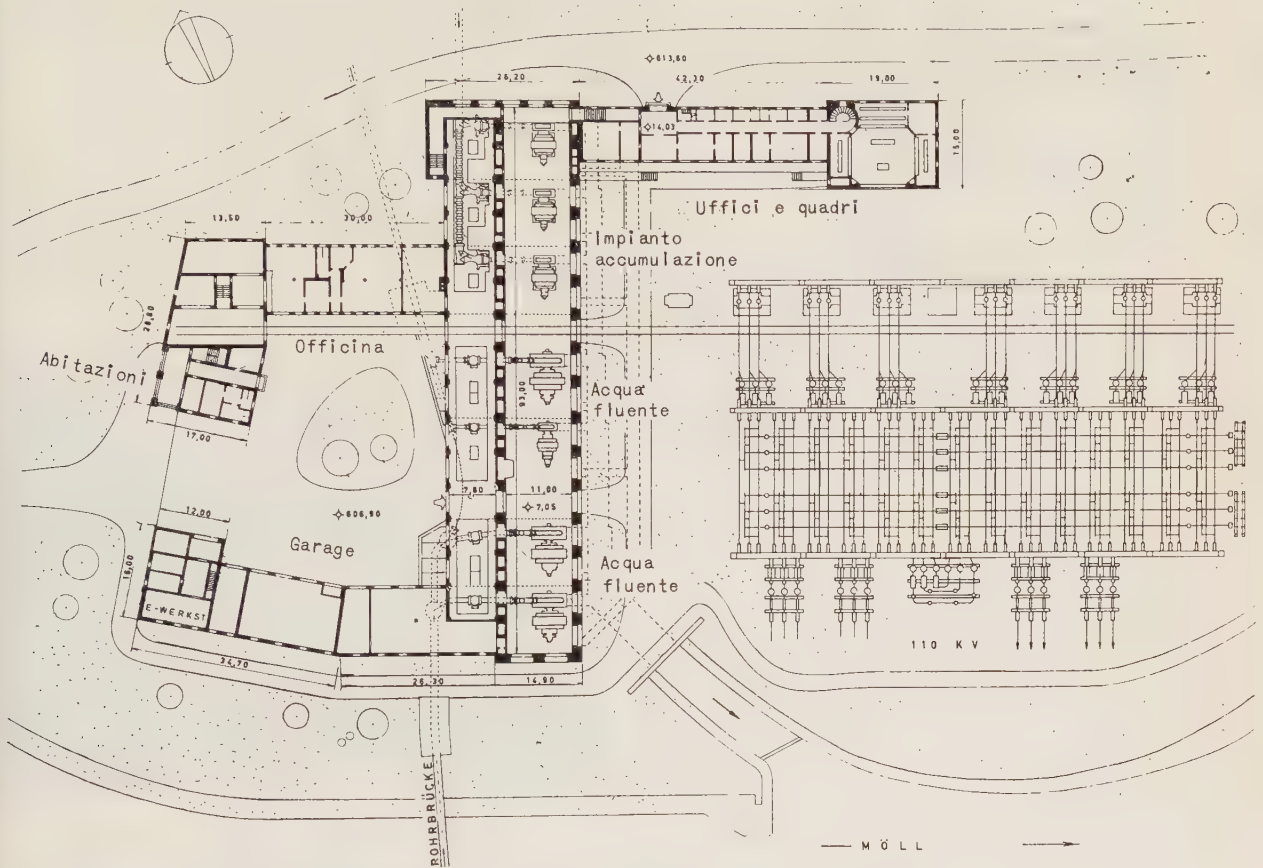


Fig. 16. — Pianta della centrale di Kolbnitz.

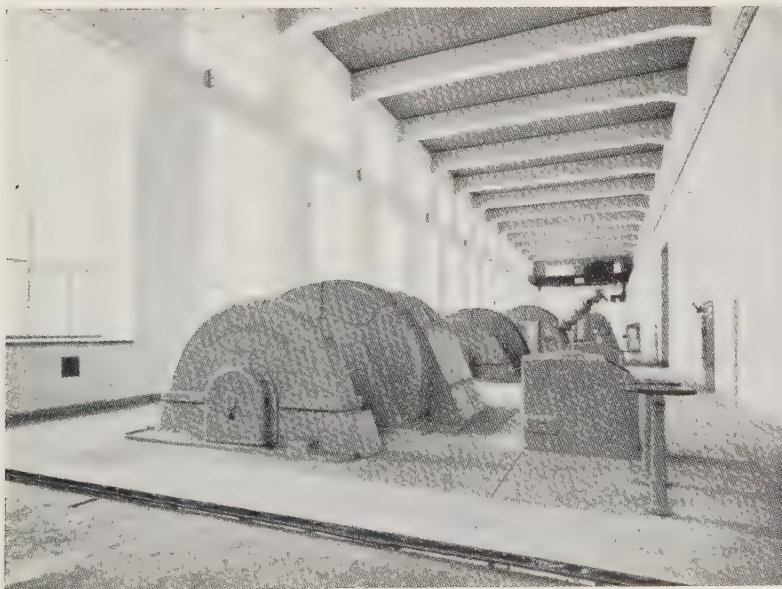


Fig. 17. — Sala macchine della centrale di Kolbnitz.

Tutti i trasformatori sono raffreddati ad aria soffiata e quelli da 25 MVA sono anche provvisti di pompa di circolazione d'olio.

Gli interruttori sono di tipo pneumatico, con potere di

interruzione di 2 500 MVA. I coltelli sono del tipo a rotazione, comandati ad aria o elettromagneticamente a distanza, dal quadro.

Le turbine che comandano gli alternatori dell'impianto

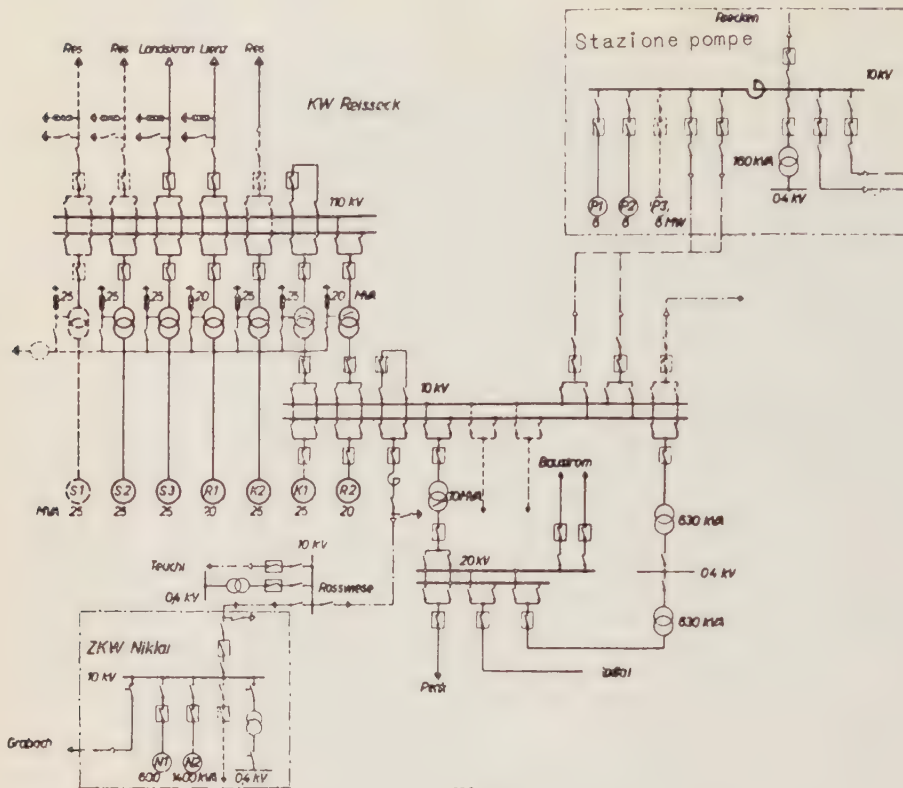


Fig. 18. — Schema elettrico della centrale di Kolbnitz.

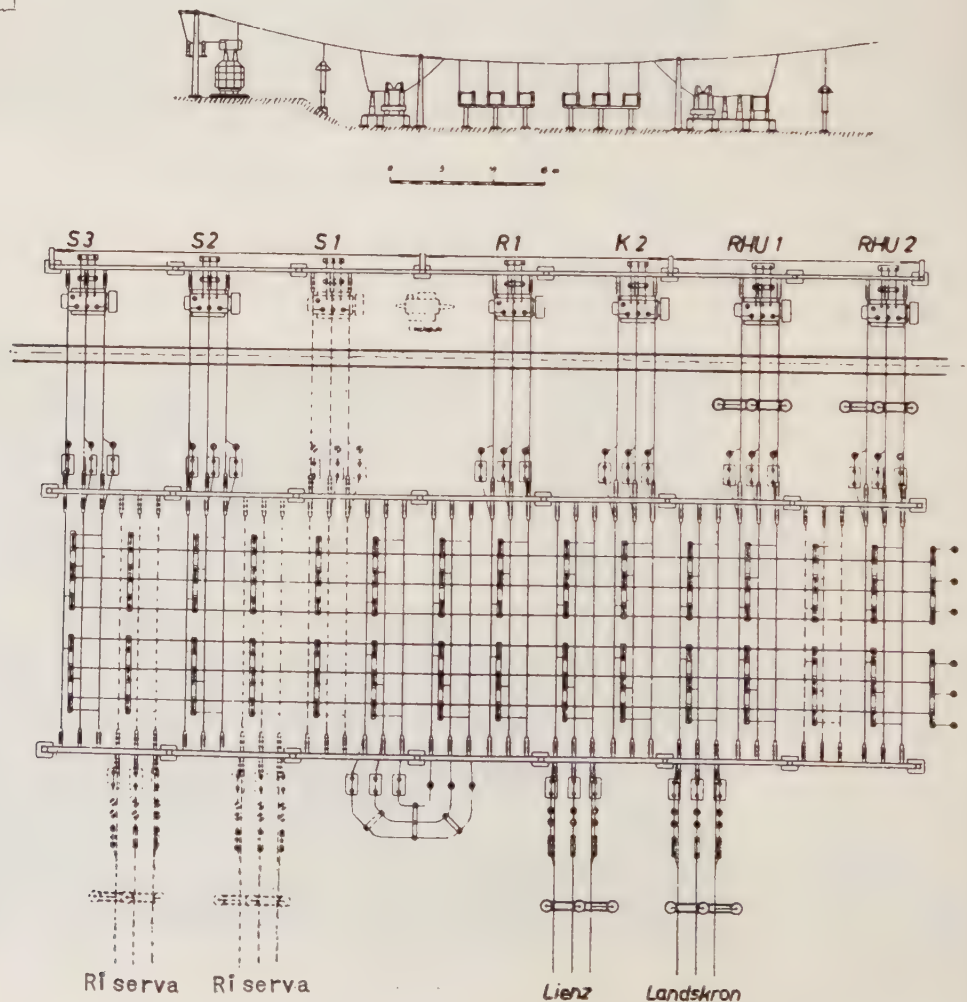


Fig. 19. — Pianta della cabina all'aperto.

di accumulazione di Reisseck utilizzano il più alto salto del mondo, 1765,3 m, superando anche quello dell'impianto di Chandoline (Dixence) che è di 1740 m (fig. 20).

Mentre le turbine Pelton della centrale di Chandoline hanno un numero di giri caratteristico di 6,2, quelle di Reisseck, con una potenza del 25 % maggiore, hanno un

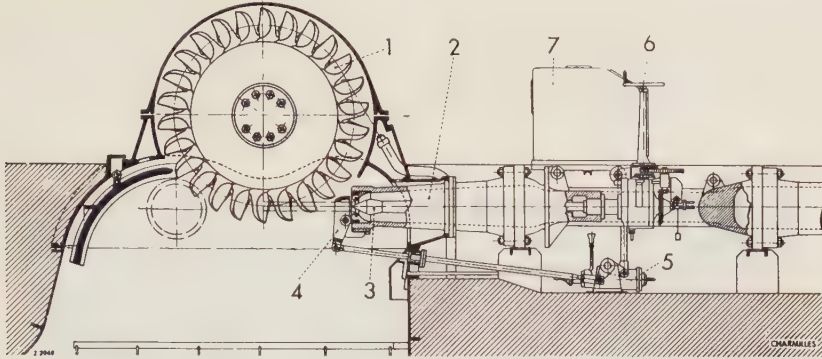


Fig. 20. — Sezione di una turbina dell'impianto ad accumulazione di Reisseck.

1, girante in acciaio inossidabile; 2, ugello; 3, ago dell'ugello; 4, deviatore del getto; 5, cilindro del servomotore; 6, comando a mano dell'ago; 7, regolatore.



Fig. 21. — Stazione di pompe di Hattelberg.

numero di giri caratteristici di 12,05 (per il salto massimo).

Le Pelton dei gruppi generatori di Chandoline hanno 2 giranti, mentre quelle di Reisseck (costruite come le precedenti dalla Charmilles) hanno una sola ruota montata anch'essa a sbalzo sull'asse dell'alternatore, con un unico ugello.

Le bocche degli ugelli sono in acciaio inossidabile per resistere all'azione erosiva dell'acqua ad altissima velocità, che arriva a 182 m/s. Anche le giranti sono fuse in acciaio inossidabile.

Le turbine sono provviste di un getto ausiliario per la frenatura, diretto a colpire il dorso delle pale e che può essere comandato con un pulsante. Il funzionamento del getto viene bloccato quando la macchina, dopo una frenatura, si arresta, per impedire che essa prenda a girare in senso inverso sotto l'azione del getto di freno.

Immediatamente prima dell'ugello principale si trova

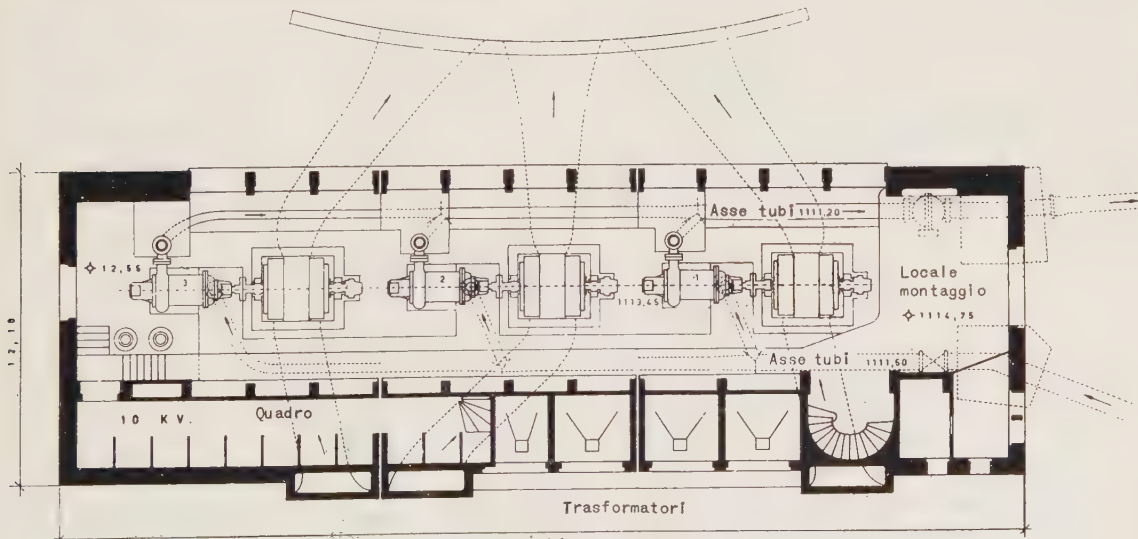


Fig. 22. — Pianta della stazione di pompe di Hattelberg.

I dati costruttivi di queste turbine, a 750 giri/min, sono i seguenti:

Salto netto . . .	1504,5	1656	1710,5	1765,3 m
Portata	1,5	1,575	1,530	1,470 m ³ /s
Potenza	18 400	22 500	22 700	22 700 kW

una valvola sferica che viene tenuta aperta per pressione d'olio e si chiude automaticamente, per effetto della pressione dell'acqua, se tale pressione viene tolta. In tal modo si può arrestare la macchina anche con ugello aperto o accidentalmente bloccato.

Un arresto rapido della turbina, si può ottenere indi-

pendentemente dal regolatore, con un dispositivo di sicurezza che provoca l'intervento del tegolo deviatore del getto.

STAZIONE DI POMPAGGIO DI HATTELBERG (figg. 21, 22, 23).

Come si è precedentemente accennato, questa stazione ha il compito di elevare una portata di 6 milioni di m³ d'acqua, in un anno medio, fino ai laghi serbatoi superiori. L'acqua accumulata viene poi utilizzata sull'intero salto di 1 765 m.

Le pompe ricevono l'acqua del Gondelwiese (quota massima 1 288,50) sotto una pressione massima di 175,05 m, essendo le pompe installate a quota 1 113,45 m s.m.

Sul collettore di alimentazione delle pompe (da 600 mm) derivate dalla tubazione forzata dell'impianto ad acqua fluente di Reisseck, sono inseriti una saracinesca a comando manuale e un ugello misuratore di portata, mentre sulla tubazione premente partente da ciascuna pompa (da 400 mm) è inserita una saracinesca a comando elettrico. Questa impedisce che durante gli arresti, la



Fig. 23. — Interno della stazione delle pompe.

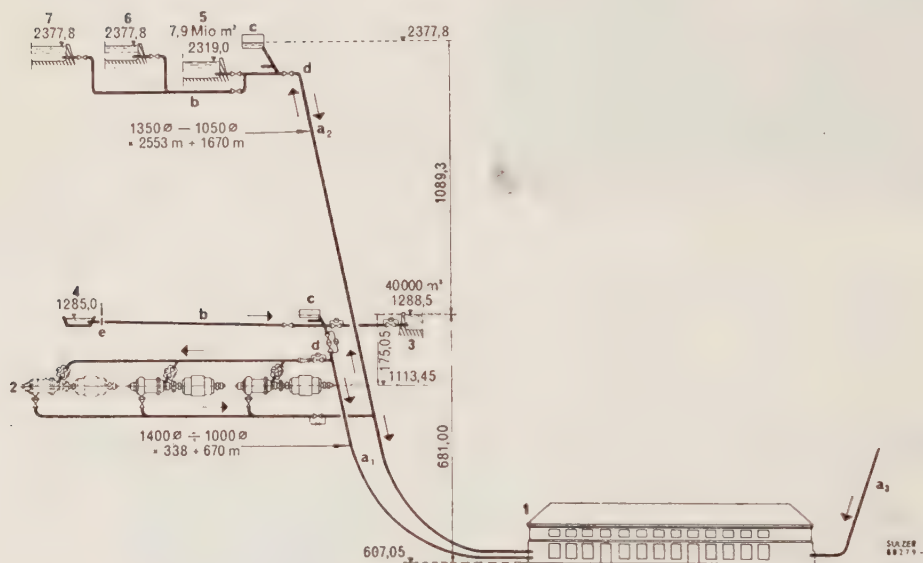


Fig. 24. — Schema dell'impianto ad accumulazione di Reisseck.

1, centrale di Kolbnitz; 2, stazione di pompe; 3, serbatoio di Gondelwiese; 4, presa sul Riekenbach; 5, Grosser Mühldorfer See; 6, Kleiner Mühldorfer See; 7, Hochalpensee.

a₁, tubazione dell'impianto ad acqua fluente di Reisseck; a₂, tubazione dell'impianto ad accumulazione di Reisseck; a₃, tubazione dell'impianto ad acqua fluente di Kreuzeck; b, galleria in pressione; c, pozzo piezometrico; d, valvole; e, paratoia.

Nella stazione sono installate 3 pompe Sulzer che, come è indicato in fig. 24 prendono l'acqua dal serbatoio giornaliero di Gondelwiese che è alimentato dai canali di gronda sul massiccio del Reisseck e riceve in un anno una portata di circa 56 milioni di m³. L'acqua pompata viene normalmente accumulata tutta nel lago serbatoio di Grosser Mühldorfersee (quota massima 2 319 m s.m.); gli altri laghi-serbatoio, Kleine Mühldorfersee, Hochalpensee e Radlsee, vengono alimentati con pompaggio soltanto in anni di siccità.

pressione dell'acqua arrivi alle pompe; la saracinesca a mano viene chiusa soltanto per lavori di manutenzione o revisione.

Per l'alimentazione del Grosser Mühldorfersee a quota massima partendo dalla quota minima del serbatoio di Gondelwiese, le pompe devono superare un dislivello di 1 038,5 m; per alimentare gli altri laghi-serbatoio il dislivello sale a 1 104,5 m; tenendo conto delle perdite nelle tubazioni, le pompe sono state proporzionate per una prevalenza di 1 230 m.

Le pompe sono provviste, sull'alta pressione, di una valvola doppia che, in caso di normale distacco delle

pompe, chiude automaticamente in 20 a 30 secondi. In caso di mancanza di corrente o altro incidente avviene

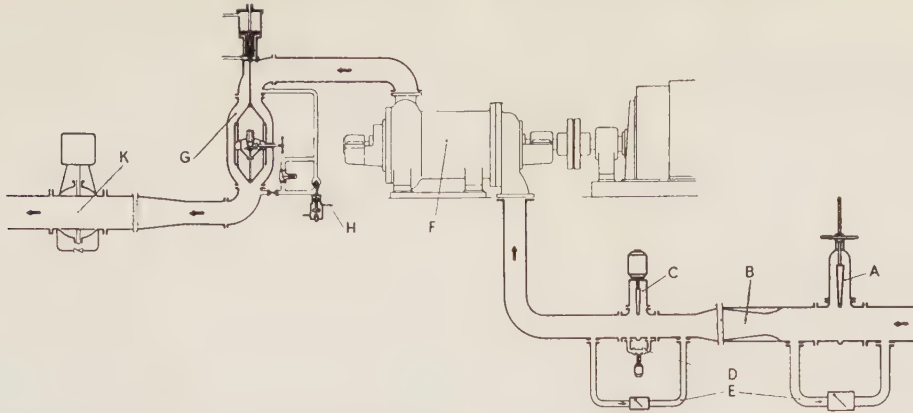


Fig. 25. — Schema dell'alimentazione delle pompe.

A, saracinesca sulla tubazione di arrivo; B, ugello di misura; C, saracinesca; D, by-pass; E, by-pass; F, pompa; G, valvola; H, limitatore di pressione; K, valvola sferica.

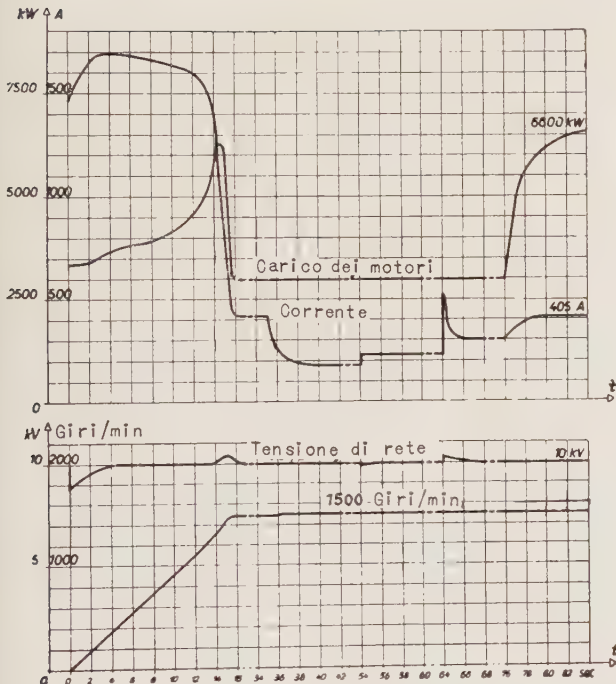


Fig. 26. — Diagramma dell'avviamento di un motore delle pompe.

la chiusura rapida in un secondo circa (fig. 25).

Sul collettore di mandata delle pompe è inserita una valvola sferica.

Le pompe, sono ad asse orizzontale, ad 8 stadi, 1500 giri/min, 480 l/s e sono comandate da motori sincroni, di costruzione Marelli, da 7500 kVA, 10 kV, 50 p/s, collegate alle pompe con giunti elastici.

L'avviamento delle pompe può essere eseguito con telecomando dalla centrale di Kolbnitz o in posto, automaticamente o a mano. I motori vengono avviati come asincroni mediante autotrasformatori (fig. 26).

Le pompe sono munite di: termostati doppi nei supporti che danno segnali d'allarme per temperatura di 60 °C e provocano l'arresto automatico se si superano gli 80 °C; termostato per l'acqua di raffreddamento, con arresto automatico a 60 °C; misuratore di portata d'acqua di raffreddamento, con arresto per minima portata; interruttore a pressione che provoca l'arresto se la pressione in arrivo è inferiore a 8 kg/cm². Viene pure provocato l'arresto in caso di caduta di tensione o di eccesso di corrente nell'alimentazione dei motori.

Col funzionamento contemporaneo delle 3 pompe si può elevare una portata oraria di 4860 m³ di acqua. La accumulazione di 6 milioni di m³ all'anno richiede un consumo di 23 milioni di kWh; l'acqua accumulata, utilizzata sull'intero salto di 1708 m, restituisce presso a poco la stessa energia di 23 milioni di kWh ma come energia pregiata invernale.

N.



NOTIZIE DELLE SEZIONI

SEZIONE DI LIVORNO

Il giorno 9 dicembre 1960 il prof. **Ugo Tiberio** ha tenuto una conferenza sul tema: « **Il potere informativo del radar nautico** ».

Il problema di valutare in forma numerica la quantità di informazioni massima che può essere convogliata attraverso un collegamento di determinate caratteristiche è stato già illustrato in varie pubblicazioni della AEI, fra le quali merita particolare considerazione la conferenza tenuta a Firenze ed a Livorno dall'ing. Capetti, e riportata sul fascicolo 3 de « L'Elettrotecnica » 1960.

L'oratore premette un richiamo di questi precedenti, e della conferenza tenuta, pure a Livorno, dall'ing. G. Gerace, nel maggio 1960, sulle macchine calcolatrici elettroniche, il funzionamento delle quali è caratterizzato da una forma particolare di elaborazione delle informazioni.

Venendo poi a parlare del Radar nautico, il prof. Tiberio riporta la definizione dei poteri informativi specifici radiale e trasverso, che si esprimono in « posizioni per miglio » intendendosi definite le « posizioni » in rapporto ad un ostacolo campione avente quota di sette metri e superficie d'eco di 50 m².

Da queste definizioni discende quella del « potere informativo specifico » in posizioni per miglio quadrato alla distanza di tre miglia, e di potere informativo totale in posizioni.

Tutte queste grandezze sono legate alla durata di impulso, all'angolo di copertura ed alla portata virtuale da relazioni semplici che ne permettono un calcolo agevole in sede di progetto.

Anche la verifica in sede di collaudo non presenta speciali difficoltà.

Vengono, a titolo di esempio, proiettate alcune fotografie di indicazioni tipiche tratte da una tesi di laurea dovuta a due allievi dell'Istituto di Elettronica dell'Università di Pisa.

L'oratore passa infine ad illustrare i legami fra le unità pratiche di potere informativo innanzi definite ed il bit, facendo cenno delle questioni non ancora ben chiarite che si presentano a chi intenda vedere bene inquadrato il problema del potere informativo del radar entro l'insieme della teoria delle informazioni.

A conclusione della conferenza, il prof. Tiberio riferisce insieme i dati di uno dei primi radar (« GUFO I » della Marina Italiana) e di quello che alcuni mesi fa ha consentito di percepire l'eco del pianeta Venere.

L'accostamento pone in luce i grandi progressi compiuti in questo campo.

In considerazione del grande numero di intervenuti alla riunione, il prof. Tiberio ritiene poi opportuno aggiungere alcune considerazioni sulla iniziativa della Presidenza Generale della AEI di ampliare la rivista « Alta Frequenza », e riassume la circolare inviata recentemente ai Soci richiamando l'attenzione sui punti principali di essa.

*

SEZIONE DI MILANO

Venerdì 25 novembre 1960 il dr. ing. **Luigi Bernardini** della CEA-Perego ha parlato sul tema: « **Apparati registratori numerici** ».

Inizialmente l'ing. Bernardini si è soffermato sulla costituzione fondamentale e sulle prestazioni degli apparati registratori numerici, che possono esplorare e registrare sotto

forma numerica le varie grandezze che compaiono in qualsiasi processo industriale, esaminandole successivamente con un ordine ciclico.

Poi l'oratore ha elencato numerose applicazioni tecniche degli apparati, mettendo in luce particolarmente l'utilità della centralizzazione della registrazione delle grandezze e la possibilità degli apparati di fornire dettagliate informazioni su processi poco conosciuti, oppure in caso di guasti, cioè proprio quando maggiore è l'utilità di dette informazioni.

Esposta brevemente la storia degli apparati l'ing. Bernardini ha esposto il loro sviluppo fino allo stato attuale che ha permesso l'accoppiamento a telescriventi o a perforatrici di nastro, e le future possibilità dovute all'introduzione di una memoria.

Infine ha trattato dei problemi tecnici relativi alla costruzione degli apparati, che sono gli stessi dei calcolatori analogici, essendo identici i tipi di circuiti usati.

La conferenza, che è stata illustrata da proiezioni, è stata seguita da un lungo dibattito che ha mostrato l'interesse degli intervenuti su questo problema di attualità.

*

SEZIONE SARDA

Dietro invito della Sezione Sarda dell'AEI al quale si è associata la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Cagliari, il giorno 25 novembre 1960 l'on. prof. ing. **Noverino Faletti**, Consigliere Delegato della Società An. Orobica, ha tenuto nell'Aula Magna della Facoltà di Giurisprudenza in Cagliari una conferenza sul tema: « **Produzione di energia elettrica da energia nucleare. La centrale Enrico Fermi** ».

Dopo alcuni richiami storici e di fisica nucleare l'oratore si è soffermato a descrivere la costituzione dei reattori nucleari che nei diversi tipi trovano pratica applicazione nel ciclo di produzione di energia elettrica, rilevando fra l'altro i termini nei quali si presenta ormai in pratica il problema della sicurezza dei reattori e quello della eliminazione dei prodotti della fissione.

Il conferenziere è passato quindi a illustrare, anche a mezzo di numerose diapositive, i tre principali tipi di reattori per produzione di energia elettrica che oggi vengono costruiti per i primi esperimenti su scala industriale: il reattore termico eterogeneo ad uranio leggermente arricchito moderato e raffreddato con acqua naturale in pressione, scelto dalla SELNI per la centrale « Enrico Fermi » di Trino Vercellese; il reattore termico eterogeneo ad uranio leggermente arricchito moderato e raffreddato con acqua bollente, scelto dalla SENN per la centrale del Garigliano, e il reattore termico eterogeneo ad uranio naturale moderato con grafite e raffreddato a gas, scelto dalla SIMEA per la centrale di Latina.

Il prof. Faletti analizza quindi il problema del costo di produzione dell'energia elettronucleare e prospetta la situazione italiana nel quadro delle disponibilità delle risorse idroelettriche, di combustibili nazionali e di fonti energetiche tradizionali reperite in varie parti del mondo e agevolmente trasferibili; ed osserva che si può prevedere che nel 1970, su un fabbisogno nazionale dell'ordine di 100 miliardi di kWh di cui 40 miliardi possono considerarsi di energia « di base », circa 20 miliardi di kWh potranno essere di provenienza termoelettrica con una potenza dell'ordine di 3 000 000 a 3 500 000 kW.

L'oratore passa poi a descrivere la centrale elettronucleare intitolata a Enrico Fermi che la SELNI si propone di installare a Trino Vercellese, ponendo in evidenza le principali caratteristiche dell'impianto, in particolare del reattore e del gruppo turboalternatore, e i vantaggi connessi al tipo di impianto prescelto.

Il prof. Faletti conclude la sua esposizione con la previsione che nel 1963 e 1964 l'Italia potrà avere in esercizio i tre impianti elettronucleari di cui ha parlato, impianti di tipi diversi e quindi atti a favorire la più ampia esperienza necessaria per affrontare i problemi del successivo sviluppo del settore nucleare, sempreché la opportuna molteplicità di iniziative possa svolgersi in libero confronto e in libere competizioni.

Al termine della conferenza il folto uditorio di cui l'oratore ha, con la sua chiara esposizione, suscitato il più attento interesse, ha con calorosi applausi espresso il suo vivo compiacimento e ringraziamento.

✱

SEZIONE VENETA Sottosezione di Verona

Venerdì 25 novembre 1960 con la conferenza « **Studi e realizzazioni pratiche della più recente tecnica nelle costruzioni di interruttori per medie e grandi potenze ad esafluoruro di zolfo** » tenuta dal dr. ing. **Dino Battaglia** della Magrini S.p.A. si è iniziata, in una sala del Museo di Castelvecchio, l'attività della nuova Sottosezione di Verona dell'AEI.

Il Presidente della Sezione Veneta, dr. ing. Giorgio Gatto, intervenuto al primo atto della nuova Sottosezione, ha portato innanzitutto il saluto della Sezione agli Elettrotecnici Veronesi e dopo avere espresso la speranza che con l'attività che svolgerà la nuova Sottosezione si potrà ottenere un sensibile numero di iscritti, ha ringraziato il dr. ing. Sala, per la collaborazione datagli nella fase preliminare della costituzione della Sottosezione e il dr. ing. Girelli per essersi assunto il compito di Segretario.

La conferenza successivamente tenuta dal dr. ing. Battaglia su un tema di attualità e di assoluta novità, è stata seguita con interesse dall'uditorio fra il quale erano rappresentate le maggiori industrie veronesi e le Società di produzione e distribuzione di energia elettrica.

L'oratore, oltre ad illustrare i principi tecnici, funzionali e costruttivi del nuovo tipo di interruttore, ha fornito interessanti dati e notizie raccolte dallo stesso in un recente viaggio negli Stati Uniti dove l'interruttore ad esafluoruro di zolfo è ormai di diffuso impiego.

Ha inoltre presentato, con convincente chiarezza, le caratteristiche prestazioni del nuovo interruttore che assomma in sé le migliori prerogative degli interruttori in olio e ad aria compressa.

Al termine della conferenza l'oratore ha riscosso vivissimi consensi da parte dei presenti.

COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO C. E. I.

Riunioni dei Sottocomitati e delle Commissioni di Studio del C.E.I. avvenute nel mese di Gennaio 1961

presso la sede del CEI o in altra sede specificata

14 gennaio, ore 9,30 - Sottocomitato 9 « *Trazione* ». *Riunione plenaria*; presiede dr. ing. A. D'Arbela.

1) Comunicazioni del Presidente.

2) Continuazione esame « Progetto Norme per l'apparecchiatura elettrica a bordo di rotabili automotori elettrici alimentati da linea di contatto e della nomenclatura relativa ».

17 gennaio, (c/o S.p.A. Philips - Monza) - Sottocomitato 108 « *Apparecchi per radiologia ed elettromedicina* » - Gruppo di Lavoro « *Norme per apparecchi radiologici* »; presiede dr. ing. M. Scolari.

— Continuazione esame articoli Progetto Norme.

19 gennaio, ore 9,30 - Sottocomitato 46 (ex 40-2) « *Cavi, fili e guide d'onda per apparecchi di telecomunicazione* »; presiede dr. ing. D. Gagliardi.

1) Esame doc. IEC: 46 (Sec) 1 - 46 (Berlin-Sec) 2 - 46 (Berlin-Sec) 3.

2) Relazione sui lavori in corso presso la Commissione 40-2 e loro distribuzione nell'ambito del Sottocomitato 46.

3) Programma di massima per i lavori futuri e formazione delle Commissioni.

21 gennaio, ore 10,45 - Sottocomitato 29 « *Elettroacustica* » - Commissione n. 5 « *Altoparlanti* »; presiede prof. E. Paolini.
— Esame bozza « Norme di prova degli altoparlanti elettrodinamici ».

24 gennaio, ore 15 - Sottocomitato 17 « *Grassa apparecchiatura* » - *Riunione plenaria*; presiede dr. ing. L. Maggi.

1) Comunicazioni della Presidenza.

2) Variazioni alla composizione del Sottocomitato.

3) Rendiconto delle Commissioni di studio.

4) Rendiconto delle riunioni internazionali di Madrid e New Delhi.

5) Programmi di lavoro delle Commissioni di studio.

25 gennaio, ore 9 - Sottocomitato 103 « *Telefonia* » - Gruppo di Redazione della Commissione « C » *Onde convogliate A.T.*; presiede dr. ing. E. Sailer.

1) Continuazione esame bozza Norme OCv/107, relativa alle bobine di sbarramento.

Ulteriori modifiche al doc. OCv/101.

2) Coordinamento Norme sulle bobine di sbarramento con le Norme riguardanti i gruppi di accoppiamento e i cavi di giunzione (doc. OCv/84 e OCv/85) in vista della pubblicazione in un opuscolo unico o eventualmente in due fascicoli separati.

26 gennaio, ore 10 - Sottocomitato 41 « *Relè* ». *Riunione plenaria*; presiede prof. A. Parrini.

1) Nuovi documenti sui lavori CIGRE.

2) Programma per la revisione delle Norme italiane e relazioni col MEC.

27 gennaio, ore 10,15 (c/o SADE - S. Giobbe 621B - Venezia) - Sottocomitato 10 « *Oli* ». *Riunione plenaria*; presiede dr. ing. T. Leardini.

1) Continuazione esame osservazioni pervenute al Progetto Norme S. 178 « Oli lubrificanti delle turbine idrauliche delle centrali idroelettriche ».

2) Esame dei risultati del secondo ciclo di prove di alterabilità degli oli lubrificanti col metodo proposto dalla IEC per gli oli isolanti.

3) Prove di rigidità dielettrica sugli oli isolanti.

28 gennaio, ore 10,45 - Sottocomitato 29 « *Elettroacustica* » - Commissione n. 5 « *Altoparlanti* »; presiede prof. E. Paolini.

— Completamento esame bozza « Norme di prova degli altoparlanti elettrodinamici ».

✱

Nota illustrativa al Progetto di variante alle Norme per le Macchine Elettriche Rotanti ediz. XII-1953, fascicolo 77 CEI 2-3

Una parziale revisione delle « Norme per le macchine elettriche rotanti - ediz. XII-1953 - fascicolo 77 CEI 2-3 » si è resa necessaria allo scopo di aggiornare tali Norme con quelle emesse dalla « International Electrotechnical Commission » sotto forma di « Raccomandazioni » e di uniformarle con quelle delle altre nazioni partecipanti al Mercato Comune Europeo.

Le Norme emesse dalla IEC per le macchine elettriche rotanti sono raccolte nelle pubblicazioni seguenti:

a) Pubbl. n. 34 (parte I) - ediz. VI - 1960: « IEC Recommendations for Rotating Electrical Machinery ».

b) Pubbl. n. 34 (parte II) - ediz. II - 1960: « IEC Recommendations on Determination of Efficiency of Rotating Electrical Machinery ».

c) Pubbl. n. 85 - ediz. I - 1957: « Recommendations for the Classification of Materials for the Insulation of Electrical Machinery and Apparatus in Relation to their thermal Stability in Service ».

Il progetto di variante preparato dal Sottocomitato 2 riguarda esclusivamente l'aggiornamento delle Sezioni 1 (Classi di isolamento), 3 (Sovratemperature ammissibili sull'ambiente) e 5 (Misura delle temperature delle macchine) del capitolo IV delle vigenti Norme per le macchine elettriche rotanti. Le varianti proposte sono fondate sulle pubblicazioni IEC precisate n. 34 (parte I) e n. 85.

In particolare la Sezione 1 è stata ampliata e riporta all'art. 4.1.02 le classi di isolamento e materiali relativi secondo la pubblicazione IEC 85, comprendendo anche le classi F e H.

Si è ritenuto opportuno riportare integralmente la classificazione della pubblicazione IEC 85, dato il valore internazionale di quest'ultima, e segnalare a chiusura del paragrafo 4.1.01, la possibilità di aggiornamenti della classificazione stessa, dato il continuo evolvere della tecnica dei materiali isolanti.

La Sezione 3 (Sovratemperature ammissibili sull'ambiente) è stata aggiornata, introducendo le sovratemperature per le classi F e H nella tabella dell'art. 4.3.02 ed apportando modifiche di dettaglio negli altri articoli della Sezione. Tra queste modifiche va segnalata l'omissione dei richiami alla temperatura dell'acqua di raffreddamento per le macchine ventilate in circuito chiuso: nelle raccomandazioni IEC non viene mai fatto riferimento alla temperatura dell'acqua, ma viene sempre considerata come temperatura di riferimento esclusivamente quella dell'aria e del gas refrigerante all'entrata nella macchina; qualora però si volesse risalire alla temperatura dell'acqua, gli articoli 4.2.02 e 4.3.09 rimangono in vigore e permettono quindi il riferimento alla temperatura dell'acqua.

Il Progetto di varianti alle « Norme per le macchine elettriche rotanti » costituisce il primo passo di una futura ulteriore revisione completa delle Norme CEI per le macchine elettriche rotanti, intesa ad aggiornare le Norme italiane con quelle in vigore nelle altre Nazioni.

*Il Presidente
del Sottocomitato 2*
F. TEDESCHI

✱

Nota illustrativa al progetto di Norme di sicurezza dei ricevitori TV

Il presente progetto di Norme è stato compilato dalla Commissione « Sicurezza » presieduta dall'ing. L. Negri in conformità delle Norme internazionali, alle quali il Comitato Elettrotecnico Italiano ha dato la sua approvazione, ed in accordo con la esperienza pratica raccolta in Italia sull'argomento.

In alcune parti queste Norme possono sembrare anche antiquate, ad esempio laddove esse considerano ampiamente la rottura del fronte del cinescopio che oggi, con le protezioni anteriori diffusamente praticate, non ha più apprezzabile importanza nei riguardi della sicurezza alle persone.

Tuttavia è stata considerata la prova di implosione per rottura del fronte del cinescopio sia per non ignorare un caso che ha dato luogo ad ampie ed approfondite discussioni in sede internazionale, sia per non ridurre la generalità delle Norme stesse.

Sono stati considerati, nelle presenti Norme, i dispositivi ausiliari da connettere al televisore, quali ad es. stabilizzatore di tensione, di alimentazione, sintonizzatore UHF, ecc. che sono in generale forniti separatamente, i quali d'altra parte debbono soddisfare anche alle Norme di sicurezza di carattere generale relative a tutti gli apparecchi elettrodomestici.

Le presenti Norme di sicurezza assumono che la resistenza « media » del corpo umano sia 2 000 Ω e che il tempo minimo intercorrente fra l'istante di accensione dell'apparecchio ed un possibile contatto accidentale, sia di due secondi.

*Il Presidente
del Sottocomitato 12*
C. MATTEINI

✱

Riunione del Comitato Tecnico N. 15 della I.E.C. (materiali isolanti)

(New Delhi 7-11 novembre 1960)

Il Comitato n. 15 si è riunito a New Delhi nel periodo 7-11 novembre 1960.

La riunione è stata presieduta dal dr. Richter (Germania); la Segreteria è stata tenuta dall'ing. A. Ruelle (Italia).

Alla riunione hanno partecipato delegati di 20 nazioni: l'Italia era rappresentata dall'ing. Furio Cisotti e dall'ing. Antonio Ruelle.

Qui di seguito diamo un sommario delle decisioni prese nel corso di tale riunione: un dettagliato resoconto della riunione — in inglese — è stato preparato dalla Segreteria e verrà prossimamente distribuito dall'Ufficio Centrale di Ginevra a tutti i Comitati Nazionali.

All'inizio della riunione, Mr. Ruppert, Segretario Generale della IEC, introduce il nuovo presidente del TC 15, dr. Richter, che succede al precedente presidente, prof. Potthoff.

Cambiamento nei presidenti dei Gruppi di Lavoro.

Mr. Devenish, succede a Mr. Collins, in qualità di Presidente del Gruppo di Lavoro n. 1.

Mr. Fabre, succede a Mr. Langlois-Berthelot, in qualità di Presidente del Gruppo di Lavoro n. 4.

Creazione di nuovi Gruppi di Lavoro.

Sono stati creati i due seguenti nuovi Gruppi di Lavoro: Gruppo di Lavoro n. 9: Presidente Mr. Martin.

Scopo: curare il collegamento con organismi esterni alla IEC ed in particolare con la ISO.

Gruppo di Lavoro n. 10: Presidente Mr. Mathes.

Scopo: studiare un metodo di prova per la corrosione elettrolitica.

Enciclopedia dei materiali isolanti.

La situazione del lavoro dell'Enciclopedia dopo l'avvenuta stampa della prima parte in francese ed in tedesco, si presenta come segue:

— Occorre adesso preparare circa 300 monografie riguardanti i singoli materiali isolanti descritti nella prima parte della enciclopedia. Il lavoro procederà con la seguente regola:

a) occorre innanzitutto stabilire i modelli di monografie da utilizzare come traccia: sono stati presentati 15 modelli ed i 12 preparati dal Comitato Svizzero sono stati approvati nelle loro grandi linee;

b) le monografie per prodotti similari saranno riunite a gruppi: ogni gruppo dovrà essere preparato da un Comitato Nazionale, il quale dovrà però preparare tali monografie in modo che abbiano validità internazionale;

c) il Presidente del Gruppo di Lavoro n. 5, con l'aiuto del Comitato Svizzero, si assume il compito di coordinare tutto il lavoro di preparazione delle monografie;

d) la Segreteria del TC 15, in unione col Presidente del Gruppo di Lavoro n. 5, preparerà una circolare a tutti i Comitati Nazionali, spiegando la particolare procedura da adottare nella preparazione e circolazione delle monografie e chiedendo a ciascun Comitato Nazionale di segnalare quale gruppo di monografie è disposto a preparare;

e) per quanto riguarda la stampa finale delle monografie, in armonia con le decisioni del Comitato d'Azione, si farà in modo che essa non costituisca un onere per l'Ufficio Centrale di Ginevra.

L'impressione generale è che non ci saranno difficoltà ad effettuare la stampa mediante sottoscrizione anticipata di copie.

Costante dielettrica e tangentedelta.

Il documento 15 (Secretariat) 30 è stato discusso e si conviene di fare circolare una revisione di questo documento.

Si conviene di aggiungere in appendice una descrizione dettagliata di qualcuno dei ponti principali: inoltre dovrà essere riveduta la questione della nomenclatura.

Per quanto riguarda poi la cella per la misura dei liquidi, si conviene che il tipo proposto dalla CIGRE debba figurare sul documento.

Cella per la misura della resistività dei liquidi.

Il Gruppo di Lavoro n. 2 prenderà in esame i documenti 15 (Secretariat) 23, 30, 37 ed i commenti ricevuti per combinarli in un unico nuovo documento.

Lastre per circuiti stampati.

Il Comitato d'Azione ha recentemente stabilito la creazione di un nuovo Comitato Tecnico, incaricato di studiare tutto ciò che riguarda i *circuiti stampati*. In questa nuova situazione si è ritenuto opportuno di trasmettere alla segreteria del nuovo Comitato Tecnico il documento 15 (Secretariat) 33 ed i commenti ricevuti. Il TC 15 terrà stretto collegamento col nuovo Comitato.

Condizionamento.

Il documento 15 (Secretariat) 31 viene ritirato e lo studio viene continuato solo sul 15 (Secretariat) 32.

Il Gruppo di Lavoro n. 2 è stato incaricato di preparare una revisione di questo documento tenendo presente le seguenti decisioni:

- introdurre due serie di tolleranze, una normale ed una ristretta;
- introdurre un nuovo codice per la sintetica descrizione dei vari condizionamenti;
- introdurre una tabella con i tempi standard preferiti di condizionamento.

Oltre a queste decisioni principali è stato raggiunto un accordo su numerosi particolari.

Rigidità dielettrica.

A seguito dei numerosi commenti ricevuti durante l'inchiesta con la regola dei sei mesi, il documento 15 (Central Office) 20, è stato ritirato e dovrà essere circolato di nuovo in edizione riveduta.

Tutti i Comitati Nazionali sono d'accordo che, per ciascuna prova, dovrà essere raccomandato un solo metodo invece dei tre attuali: non essendovi però un accordo su quale metodo debba essere eliminato, si decide di fare circolare un questionario a tutti i Comitati Nazionali e di adottare il metodo che avrà ricevuto il maggior numero di risposte favorevoli.

Carte standard per la prova di invecchiamento.

Si decide di introdurre in appendice a tutti i documenti sull'invecchiamento, le carte standard sulle quali tracciare le curve: due nuovi modelli di carte verranno modificati secondo le osservazioni ricevute e verranno circolati entro breve termine.

IEC/SC 12-2.

Il Sottocomitato 12-2 « Sicurezza nelle apparecchiature Radio », ha chiesto la collaborazione di esperti del TC 15 per fissare la massima temperatura di impiego dei vari materiali isolanti.

È stato chiarito che ciò che interessa di più al Sottocomitato 12-2 non è tanto la « vita » di un materiale isolante, quanto lo stabilire un limite massimo di temperatura alla quale i singoli materiali isolanti non diano luogo a pericoli di infiammabilità oppure ad eccessiva termoplasticità.

Su richiesta del Sottocomitato 12-2 è stato formato un gruppo di lavoro costituito da esperti del Sottocomitato 12-2, dalla ISO/TC 61 e dall'IEC/TC 15.

Programmi dei lavori futuri.

I seguenti lavori sono stati iniziati o verranno iniziati prossimamente in seno al TC 15:

- preparazione di istruzioni dettagliate per l'esecuzione delle prove di Tracking secondo la pubblicazione IEC 112. Questo studio dovrebbe aiutare ad ottenere risultati più uniformi;
- studio dei metodi di misura della resistività e resistenza d'isolamento a temperature differenti da quella ambiente;
- studio di un metodo di prova per la determinazione della corrosione elettrolitica;
- paragone delle misure di rigidità dielettrica con differenti elettrodi;

- effetto della temperatura sul tracking;
- costante dielettrica e tangentedelta da 1 000 a 36 000 MHz;
- costante dielettrica e tangentedelta a temperature differenti da quella ambiente;
- resistenza termica delle vernici isolanti;
- uso di metodi statistici nella determinazione della resistenza termica;
- resistenza termica dei materiali isolanti solidi.

Comitato Direttivo.

Si conviene che il Comitato Direttivo si riunisca nuovamente nell'aprile del 1961 a Parigi.

Per il periodo 1962-1963 e 1964, in sostituzione dei tre membri uscenti, vengono nominati i seguenti:

- Danimarca - India - Polonia.

Prossima riunione del TC 15.

Non è stata fissata la data della prossima riunione: è chiaro però che nel 1961 non vi sarà riunione plenaria del TC 15.

A. Ruelle

*

Riunione del Sottocomitato 17 B della IEC Commissione di Studio N. 2: Interruttori per bassa tensione

(New Delhi, 7-10 novembre 1960)

Discussione dei progetti di Raccomandazioni Internazionali sull'apparecchiatura di protezione e manovra a bassa tensione.

1. Per la Commissione di studio n. 2 del nostro Sottocomitato 17-BEI ha interesse immediato la discussione del progetto IEC relativo agli interruttori di protezione contro corto circuito per bassa tensione, per corrente alternata e continua, presentato come Documento IEC 17B (Central Office) 8.

L'esito del referendum fra i Comitati Nazionali ha dato 13 risposte in favore dell'accettazione del progetto e 6 risposte negative, da parte di altrettanti Paesi membri della IEC.

Gli argomenti relativi alle risposte negative sono vari; fra essi sembrano fondamentali quelli del *fattore di potenza* assegnato alla corrente di corto circuito e del *ciclo di operazioni* da effettuare nelle prove di tipo per la verifica del potere d'interruzione nominale.

Altri argomenti importanti, sempre con riferimento alle risposte negative ottenute al progetto proposto, sono quelli delle *condizioni di umidità* assunte per l'ambiente, e delle *tensioni assunte per le prove di tensione*.

2. Per quanto riguarda il *fattore di potenza* massimo ammesso nelle prove di tipo per la verifica del potere d'interruzione nominale, dopo lunghe discussioni che non pare indispensabile riportare qui neppure in riassunto, si è giunti finalmente a concretare una tabella, che è stata ritenuta il migliore compromesso raggiungibile per essere sottoposto all'approvazione dei Comitati Nazionali. I rappresentanti degli Stati Uniti e della Germania, per ragioni opposte, hanno peraltro segnalato sin da ora che il loro accordo al compromesso si limita al riconoscimento che non si potrebbe proporre una serie di valori diversi, con maggior probabilità di accettazione unanime; ma fanno ogni riserva sull'accettazione della tabella proposta da parte dei loro Comitati Nazionali.

La tabella concordata è la seguente:

Potere d'interruzione nominale	Fattore di potenza massimo ammesso	Rapporto fra potere di chiusura e d'interruzione
Fino a 10 000 A incluso . . .	0,5	1,7
oltre 10 000 A e fino a 20 000	0,3	2,0
oltre 20 000 A e fino a 50 000	0,25	2,1
oltre 50 000 A	0,2	2,2

3. Per quanto riguarda il ciclo di operazioni, che l'interruttore deve superare nelle condizioni del suo potere d'interruzione nominale, quello introdotto nel progetto in discussione, cioè $O - t - CO$, è stato ritenuto inaccettabile da parte di diversi Paesi. Dopo lunga discussione, la maggioranza si è espressa in favore del ciclo:

$$O - t - CO - t - CO,$$

con t compreso fra 15 secondi e 3 minuti, da effettuarsi una volta soltanto nelle prove di tipo, senza manutenzioni, indipendentemente dal valore del potere d'interruzione nominale dell'apparecchio in prova.

Contrari all'adozione di codesto ciclo, più gravoso di quello originario $O - t - CO$ del progetto, si sono dichiarati i rappresentanti degli Stati Uniti e dell'Italia.

L'assemblea ha deciso di chiedere l'accettazione del nuovo ciclo ai Comitati Nazionali, raccomandando caldamente ai Comitati americano e italiano di aderire alla maggioranza.

Le ragioni della proposta del ciclo $O - t - CO - t - CO$ invece del ciclo $O - t - CO$ precedente sono:

a) la maggiore aderenza del nuovo ciclo alle condizioni di manovra che possono verificarsi nell'esercizio della distribuzione nei casi più sfavorevoli prevedibili;

b) la maggiore probabilità di conseguire con buona approssimazione le condizioni di massima asimmetria e di massima simmetria almeno in una fase degli apparecchi tripolari, a causa del maggior numero di operazioni previsto nel nuovo ciclo in confronto con il precedente;

c) la maggiore attendibilità circa l'attitudine dell'interruttore a assicurare la prestazione assegnatagli, a causa della effettuazione di due operazioni CO anziché una sola, nel ciclo normale di prova.

Le ragioni da noi portate contro l'adozione del nuovo ciclo devono considerarsi tenendo conto che noi avevamo sin dall'origine proposto il ciclo $O - t - O - t - O - t - CO$, com'è nelle nostre Norme 17-5, in luogo del ciclo $O - t - CO$ del progetto. A nostro avviso il ciclo $O - t - O - t - O - t - CO$ è preferibile perché dà la possibilità di verificare adeguatamente il potere di interruzione in condizioni estreme di simmetria e asimmetria non solo per gli apparecchi trifasi, ma per tutti gli apparecchi, senza richiedere la ripetizione della operazione CO , che è notoriamente in generale la più gravosa per gli interruttori in argomento, e non dovrebbe ordinariamente ripetersi nelle condizioni di esercizio usuali, con l'intervallo previsto nel nuovo ciclo $O - t - CO - t - CO$.

Gli Stati Uniti sostanzialmente hanno portato le medesime ragioni, accettando il presupposto della necessità di verificare il potere d'interruzione nelle condizioni estreme di simmetria e asimmetria, ma ritenendo eccessivamente gravosa la ripetizione nel ciclo delle operazioni CO .

È da rilevare, se non altro come atteggiamento singolare, che l'assemblea ha accettato di basare la discussione sulla necessità che le prove del potere d'interruzione tengano conto delle condizioni legate al grado di asimmetria della corrente di corto circuito, ed ha concordato condizioni di prova che tengono effettivamente conto di tale necessità; tuttavia non ha accettato che nel testo delle raccomandazioni figurino esplicitamente un qualsiasi accenno alle condizioni di asimmetria della corrente interrotta, o al potere d'interruzione asimmetrico.

Le conseguenze dell'assenza di ogni accenno all'asimmetria possibile per la corrente interrotta qualificata da un determinato fattore di potenza possono essere trascurate fin tanto che si resta nell'ambito dell'applicazione al servizio di distribuzione, a cui è circoscritto lo scopo del progetto in discussione. Possono essere d'ostacolo quando si intraprenderà l'elaborazione delle raccomandazioni per gli interruttori per « servizio pesante », cioè destinati a scopi diversi dalla distribuzione, e comprendenti gli interruttori « di macchina » o simili, o quelli per impianti di bordo.

Rimanendo nell'ambito degli interruttori per distribuzione, è stato rilevato dalla nostra rappresentanza che neppure il ciclo nuovo dà sufficiente garanzia di verificare l'attitudine degli interruttori unipolari e bipolari a interrompere la corrente corrispondente al loro potere d'interruzione simmetrico nominale indipendentemente dalla presenza della componente continua inerente. Si è ritenuto tuttavia di poter trascurare questa deficienza delle raccomandazioni, in considerazione del fatto che nella generalità dei casi implicati le distribuzioni monofasi comportano correnti di corto circuito relativamente modeste, e conseguentemente fattori di potenza relativamente elevati, sicché l'asimmetria della corrente interrotta diviene generalmente irrilevante.

4. Per quanto riguarda le condizioni di umidità massima prevedibile per l'ambiente d'uso normale, è stata riconosciuta la necessità, non tenuta in conto nel progetto, di riferire la percentuale di umidità a una determinata temperatura. Dopo discussione, si è concordato di sottoporre all'approvazione dei Comitati Nazionali la proposta di definire l'umidità normale massima dell'ambiente normale al 50 % corrispondentemente alla temperatura massima ammessa di 40 °C. Umidità relative più elevate saranno ammesse a temperature più basse, come per esempio 90 % a 20 °C.

Consequentemente, si ammetterà che possano prodursi moderate condensazioni in conseguenza di abbassamenti di temperatura occasionali, e se ne dovrà tenere conto.

Per altro, non si è aderito alla proposta di introdurre nelle raccomandazioni una prova specifica di resistenza all'umidità, come quella adottata in sede CEE, accogliendo il parere sfavorevole a tale introduzione allo stadio attuale del progetto, espresso dalle delegazioni americana, inglese e italiana. Le modalità di una prova di tipo per la resistenza all'umidità saranno debitamente studiate, in vista della introduzione in un'edizione successiva delle raccomandazioni.

5. Per quanto riguarda la prova di tensione (un minuto a 50 p/s o 60 p/s), dopo lunga discussione viene approvata la seguente tabella, da sottoporre alla accettazione dei Comitati Nazionali:

	Tensione di prova	
	Tensione nominale volt	volt (a 50 p/s o 60 p/s)
corrente continua	0 - 60	1000
e alternata	61 - 250	2000
	251 - 660	2500
	661 - 800	3000
	801 - 1000	3500
solo corrente continua	1001 - 1200	3500

6. Un altro argomento trattato è quello del riscaldamento ammesso per gli isolanti di conduttori costituenti avvolgimenti. Dopo lunga discussione si è concordato di proporre all'accettazione dei Comitati Nazionali la tabella seguente, dedotta dai valori massimi di temperatura ammessi nella Pubblicazione 85 della IEC, a cui è sottratto il valore massimo ammesso per la temperatura ambiente, cioè 40 °C.

Classe d'isolamento	Sovratemperatura ammessa $\Delta\theta$, °C
Y	50
A	65
E	80
B	90
F	115
H	140

7. A chiarimento di quanto concordato per la prova di tensione, di cui sopra in 5, è da tenere presente che le tensioni di prova proposte per l'accettazione ai Comitati Nazionali riguardano i circuiti principali degli interruttori, e non i circuiti ausiliari o gli ausiliari. Per i circuiti ausiliari sarà adottata la medesima prescrizione contemplata nel Capitolo III della Pubblicazione IEC n. 56.

È inoltre stato comunemente accettato, non ostante l'iniziale opposizione americana, che le tensioni di prova dei circuiti principali riguardano indistintamente tutti gli interruttori, compresi quelli scatolati (moulded case circuit-breakers).

A complemento della tabella dei riscaldamenti, è stato deciso di stabilire in 50 °C la sopraelevazione di temperatura ammissibile per le parti metalliche o in materia isolante a contatto con l'olio.

8. Un altro argomento, che non interessa soltanto la nostra Commissione di studio n. 2, è quello delle raccomandazioni IEC sulle distanze superficiali e distanze in aria, di cui è stato investito un gruppo di lavoro del Sottocomitato 17B - IEC, nel quale il nostro Paese è rappresentato dall'ing. Fabrizio. Tale gruppo di lavoro ha prodotto il documento IEC 17B (Secretariat) 34, che è stato discusso a New Delhi.

Il documento è stato unanimemente giudicato incompleto e non utilizzabile per l'inserimento nei progetti di Raccomandazioni per l'apparecchiatura B.T. allo stadio attuale; tuttavia dalla discussione sono risultati utili orientamenti per l'attività futura del gruppo di lavoro, che potrà fornire qualcosa di utilizzabile in termine relativamente breve.

La prima decisione unanimemente accettata è stata di circoscrivere sostanzialmente il campo di applicazione im-

diato al tentativo di stabilire le distanze in aria e le distanze superficiali. Per ora, le elaborande raccomandazioni sulle distanze in aria e distanze superficiali saranno intese per l'applicazione *soltanto ai contattori*.

Si è riconosciuto che questo campo è infatti quello in cui è più sentita e urgente la necessità di una normalizzazione internazionale.

Dopo di ciò, si è riconosciuto che converrà, per ragioni esclusivamente pratiche ma d'interesse fondamentale, considerare più gamme (2 o 3) di correnti nominali, stabilendo per ciascuna le minime distanze in aria e superficiali.

Inoltre, si è convenuto che debbano considerarsi le distanze sia fra le parti sotto tensioni diverse (fra le fasi), sia verso massa.

Infine, si è profilata la opportunità di fare distinzione a seconda vuoi delle qualità dei materiali, vuoi delle condizioni ambientali previste nell'applicazione. È stata anche prospettata l'opportunità di attenersi ai criteri seguiti in seno alla CEE per lo stesso argomento, distinguendo, a titolo puramente esemplificativo per ora:

a) materiali ottimi utilizzati in condizioni favorevoli d'ambiente;

b) materiali ottimi utilizzati in condizioni ambiente sfavorevoli, oppure materiali meno buoni, utilizzati in condizioni d'ambiente favorevoli;

c) materiali meno buoni (di media qualità (?)), in condizioni ambiente non favorevoli.

Su queste direttive procederà il lavoro del gruppo «ad hoc».

9. Sempre nell'ambito del Sottocomitato 17B-IEC è stato discusso il progetto di raccomandazioni per i contattori, diffuso come documento IEC 17B (Central Office) 9, 9A e 9B sottoposto all'approvazione da parte dei Comitati Nazionali secondo la regola dei 6 mesi. L'esito del referendum è stato il seguente:

10 Paesi in favore dell'approvazione

5 Paesi contrari all'approvazione.

Di conseguenza è stato deciso di non procedere alla pubblicazione del progetto, ma di sottoporlo a revisione e a rielaborazione per ripetere poi il referendum secondo la regola dei 6 mesi.

La revisione dei punti di maggior contrasto è stata subito iniziata.

Il documento 17B (Central Office) 9A è accettato così com'è.

Del progetto 17B (Central Office) 9 si discute il paragrafo relativo al riscaldamento delle bobine isolate. Dopo lunga discussione, prevale il criterio di adottare limiti di riscaldamento diversi (e superiori) a quelli adottati per le bobine degli interruttori del progetto 17B (Central Office) 8 poco prima discusso. La ragione è che i contattori sono apparecchi di durata genericamente minore di quella degli interruttori, e che per i contattori è ammissibile inoltre un grado di sicurezza più basso.

La tabella concordata per essere sottoposta alla approvazione dei Comitati Nazionali è la seguente:

— Per le bobine in olio: 60 °C.

— Per le bobine in aria, a seconda della classe d'isolamento:

Classe d'isolamento	Limite di sovratemperatura ammesso: °C
A	75
E	90
B	100
F	125

Indi si discute la tabella delle tensioni da applicare per la prova di tensione. Dopo lunga discussione è accettato di adottare l'identica tabella concordata durante la discussione del progetto per gli interruttori B.T.

Un terzo punto di contrasto nel progetto 17B (Central Office) 9 riguardava le condizioni di umidità dell'ambiente. È stato concordato di attenersi alle medesime decisioni accettate per gli interruttori del documento 17B (Central Office) 9, esaminato precedentemente.

Tornando al documento 17B (Central Office) 9A, vengono concordate di massima alcune modifiche non sostanziali, che dovranno essere effettuate nella forma da sottoporre all'approvazione dei Comitati Nazionali a cura del Comitato d'Esperti.

Successivamente si esamina ancora il progetto 17B (Central Office) 9 articolo per articolo, concordando alcune modifiche prevalentemente redazionali. Viene nominato il Comitato di Esperti-Redazione, che comprende un rappresentante per ciascuno dei paesi seguenti:

Danimarca, Stati Uniti, Francia, Polonia, Regno Unito, Svezia, Russia, Germania, Ungheria, Italia. Per l'Italia il rappresentante è stato confermato nella persona dell'ing. Fabrizio, che potrà essere sostituito in caso di assenza dall'ing. Perrotti. Presidente di tale Comitato è nominato lo svedese Sig. Kiessling.

10. È stato considerato il documento 17B (Secretariat) 35, questionario ai Comitati Nazionali sui requisiti degli interruttori per servizio gravoso, con le risposte pervenute.

Non si è fatta una discussione delle singole risposte, ma si è deciso di considerare per l'attività immediata del Comitato il programma di redigere un progetto per gli interruttori *per comando di motori*, intendendo tali interruttori come l'esempio più importante degli interruttori per servizio gravoso, anziché gli interruttori a manovra frequente.

Il primo progetto sarà elaborato a cura del Comitato Tedesco, e dovrebbe tenere conto di massima delle osservazioni risultanti dalle risposte dei Comitati Nazionali già pervenute al documento 17B (Secretariat) 35.

11. È stato anche considerato il documento 17B (Central Office) 7, relativo agli involucri protettivi, e sottoposto all'approvazione dei Comitati Nazionali secondo la regola dei 6 mesi. Le risposte pervenute sono in tutto 21, di cui 17 in favore e 4 contrarie.

È stato deciso di fare una riedizione del documento e di farla circolare per l'approvazione secondo la regola dei due mesi.

Una modifica riguarda l'adozione della indicazione IP in luogo di P, per evitare confusioni in sede nazionale.

Una proposta che sarà tenuta in conto nella rielaborazione è quella di prendere contatto con il Comitato Tecnico 18, Impianti di bordo.

Discussioni si sono avute sulla opportunità di stabilire limiti dimensionali per gli involucri soggetti alle prescrizioni in questione, sulle modalità delle prove alla pioggia e allo spruzzo, sui simboli adottati per individuare i vari gradi di protezione, anche in confronto con quelli in uso presso la CEE o nei Comitati Nazionali. Si è deciso di dare corso alla pubblicazione di un testo emendato nelle questioni più immediatamente risolvibili, lasciando quelle più controverse alla discussione che precederà una successiva edizione delle Raccomandazioni. In tale occasione si potrà tentare di unificare le condizioni di prova e i contrassegni nei confronti della CEE, che sarà interessata all'argomento.

S. B. Toniolo

*

Riunione autunnale del 1960 della "Commission internationale de réglementation en vue de l'approbation de l'Équipement Electrique C.E.E."

(Londra, 12-22 settembre)

Dal 12 al 22 settembre si è svolta a Londra la sessione autunnale della C.E.E. per il 1960, alla quale hanno partecipato circa 150 tecnici dei 15 Paesi europei membri.

Per il Comitato Nazionale Italiano hanno partecipato: il Presidente, ing. Bauchiero, i Vice Presidenti comm. Ferrario e ing. Marocchi, il Presidente del Comitato 224 prof. Toniolo ed i Colleghi ingg.: Balossi, Brambilla, Forzani, Giussani, Norsa, Piazza, sig. Reale e ing. Sabatini.

La riunione è stata organizzata dal Comitato Nazionale Inglese della C.E.E. ed in tale occasione si sono tenute le sedute dei seguenti Comitati Tecnici: «Prese di corrente ed interruttori», «Apparecchi di illuminazione», «Cavi isolati», del Comitato per le Regole Generali e dell'Assemblea plenaria.

Comitato Tecnico 22/23: «Prese a spina ed interruttori».

Nei giorni 12, 13 e 14 settembre ha avuto luogo la riunione del Comitato Tecnico «Prese a spina ed interruttori», che viene presieduta dal belga Smoes.

Approvato, dopo breve discussione, il verbale della riunione tenutasi a Budapest nella primavera del 1960, si passa all'esame del documento CEE (231) B 112/60, relativo ad un progetto di foglio di normalizzazione per una spina bipolare 10 A, 250 V per gli apparecchi della classe II.

Questo tipo di spina di dimensioni ridotte, è previsto per l'allacciamento di piccoli apparecchi elettrodomestici e può essere inserito nelle normali prese da 10 A. Al termine della discussione si stabilisce che la spina abbia forma pressoché rettangolare, con gli angoli smussati, con dimensioni 32,5

per 14,5 mm. Il diametro degli spinotti risulta fissato in $4 \pm 0,06$ mm (in luogo dei 4,8 mm del normale tipo da 10 A), con interasse di $18,3 \pm 0,3$ mm (in luogo di $19 \pm 0,2$ mm) in modo da assicurare, con la divergenza degli spinotti durante l'introduzione, contatti sicuri. La parte degli spinotti rivolta verso il corpo della spina, dovrà essere rivestita di isolante in modo da evitare eventuali contatti accidentali durante l'introduzione. Poichè non è stato raggiunto un accordo sulla lunghezza da assegnare alla parte di spinotto rivestita di isolante, viene stabilito che la Svizzera, che già possiede un tipo sperimentale di tale spina, invii 6 campioni con lunghezza di isolante diversa ai vari Paesi, per le opportune prove. Viene infine stabilito che la portata della spina sia limitata a 6 A.

Trattando poi degli interruttori per apparecchi, viene esaminato il documento CEE (223) GB 116, che riporta i risultati dello studio particolare sul paragrafo 15 (riscaldamento delle parti conduttrici) del 4° progetto di Specificazioni, effettuato dai delegati della Francia, Germania e Gran Bretagna. Il documento presentato riassume gli argomenti che hanno indotto i delegati dei tre Paesi a definire non attuabile la determinazione delle sovratemperature mediante misura delle cadute di tensione ai contatti, e contiene proposte circa le modifiche da apportare all'attuale metodo di prova. Dopo breve discussione su queste proposte, viene stabilito di fare ulteriori indagini sulla durata da assegnare alle prove con corrente 1,25 In e sulla temperatura massima che può essere raggiunta; per questo paragrafo verrà predisposto un nuovo progetto da discutersi prima della presentazione del testo delle Specificazioni per gli interruttori per apparecchi all'Assemblea plenaria.

Si passa infine all'esame delle modifiche da apportare alla Pubblicazione 7 (Prese a spina per usi domestici ed analoghi) riprendendo la discussione dal paragrafo 11 d (la parte precedente era stata esaminata alla Riunione autunnale del 1958 a Bruxelles).

Durante l'esame di questo paragrafo (costruzione delle prese fisse) viene tra l'altro deciso, a larga maggioranza, di abolire la prova di resistenza alle correnti di superficie per i tipi ordinati, e di mantenerla per i tipi protetti, con modalità di prova che sono allo studio.

Al paragrafo 12 (costruzione delle spine e delle prese mobili) vengono ammessi, accanto agli spinotti di tipo massiccio, anche quelli « equivalenti » purchè superino una prova che verrà predisposta in analogia con quanto già proposto dal Comitato Tecnico Connettori. Una proposta norvegese di adottare spinotti di fase nichelati od argentati non viene accettata, mentre viene ribadito che tutto il sistema di messa a terra (compreso gli spinotti) deve essere di materiale non corrodibile; le prescrizioni a tal fine saranno oggetto di particolare studio ed inserite nel paragrafo 13 (prese di corrente con contatto di messa a terra).

Per quanto riguarda le prese di corrente interbloccate (paragrafo 14) viene stabilito che il Segretario metterà allo studio un sistema di standardizzazione.

Durante l'esame del paragrafo 17 (capacità di rottura) si verificano notevoli contrasti tra i Paesi nordici (Svezia, Norvegia, e Finlandia) che si oppongono al passaggio da 10 a 16 A nominali dell'attuale presa di corrente da 10 A nominali, e l'Olanda, appoggiata dalla maggioranza dei rimanenti Paesi (compresa l'Italia), la quale propone questa modifica in quanto la presa di corrente prevista dai fogli di normalizzazione è, a tutti gli effetti, adatta per una portata superiore. Viene infine stabilito di invitare tutti i Paesi a rispondere ad un questionario che riguarderà anche le sezioni minime adottate per i conduttori negli impianti interni, e di porre la questione all'ordine del giorno per la prossima Riunione.

Esaminati altri argomenti secondari fino al paragrafo 21 compreso (connessione dei conduttori flessibili), viene stabilito che delegati dell'Olanda, Svezia oppure Norvegia, Cecoslovacchia, Germania, Danimarca e Belgio si riuniscano a breve scadenza per proporre soluzioni alle questioni rimaste in sospeso, in modo da consentire al Segretariato di predisporre un nuovo progetto completo per la prossima Riunione primaverile di Oslo.

Comitato per le « Regole Generali ».

Il 14 a 15 settembre si è riunito il Comitato per le Regole Generale sotto la presidenza del francese M. Coutris.

Dopo l'approvazione del verbale della precedente riunione di Budapest, viene esaminato il secondo progetto di « Raccomandazioni sulle linee di fuga e distanze in aria », documento CEE (031) F 134/59, tenendo presenti pure le proposte fatte dal Segretariato nel documento CEE (031) F 114/60. Si de-

linea subito la necessità, sentita dalla maggior parte delle delegazioni, di legare i valori delle distanze alla tensione nominale dell'apparecchio o meglio alla tensione massima di servizio cui sono soggette le singole parti dell'apparecchio e non più alle tensioni di prova come previsto dal progetto del Segretariato. Viene deciso in questo senso e si scelgono i seguenti campi di tensioni :

fino a	50 V
da	50 V a 250 V
da	250 V a 380 V
da	380 V a 500 V
da	500 V a 750 V

Ad ognuno di questi campi di tensione dovranno corrispondere i valori minimi da adottarsi per le distanze in aria e le distanze superficiali; per uno stesso campo di tensioni si avranno più valori secondo le condizioni dell'ambiente ove verrà utilizzato l'apparecchio, secondo la resistenza del materiale isolante alle correnti superficiali, secondo il grado di inquinamento delle singole parti e secondo il grado di pericolosità di un eventuale corto circuito. Data la grande varietà dei parametri in gioco, ci si accorda di cominciare a considerare solamente quegli apparecchi destinati ad essere utilizzati in un ambiente normale, ove vi sia moderato rischio di inquinamento in pratica apparecchi per uso domestico e simili). Si restringe ulteriormente il problema, fissando solamente le distanze relative all'isolamento funzionale; ci si accorda di normalizzare tre serie di distanze minime, definite come segue :

1ª serie di distanze : leggera. — Ad essa si dovranno attenere quelle parti degli apparecchi per le quali :

- il rischio di inquinamento locale sia minimo (ad es. parti adeguatamente protette);
- la qualità del materiale isolante sia migliore del normale riguardo alle correnti superficiali;
- i cortocircuiti eventuali non compromettano grandemente la sicurezza.

2ª serie di distanze : normale. — Ad essa si dovranno attenere quelle parti degli apparecchi per le quali :

- il rischio di inquinamento locale sia moderato;
- la qualità del materiale isolante sia normale per quanto riguarda la resistenza alle correnti superficiali;
- i cortocircuiti eventuali possano compromettere la sicurezza.

3ª serie di distanze : rinforzata. — Ad essa si dovranno attenere quelle parti degli apparecchi per le quali :

- il rischio di inquinamento locale sia importante;
- la qualità del materiale isolante sia normale;
- i cortocircuiti eventuali compromettano più gravemente la sicurezza.

È d'uopo ricordare che la scelta della serie cui ascrivere un determinato apparecchio, non viene lasciata al costruttore, ma verrà fatta dal Comitato Tecnico relativo all'atto della stesura delle norme.

Nelle singole norme quindi compariranno, come già attualmente, i valori delle minime distanze in aria e linee di fuga, e tutto questo lavoro viene fatto per tentare di coordinare i vari Comitati Tecnici e facilitarne il compito. Dopo lunghe discussioni ci si accorda sui valori minimi delle distanze in aria (d.i.a.) e delle linee di fuga (l.d.f.), che compaiono dalla seguente tabella; esse valgono per il solo isolamento funzionale.

Tensione di servizio	Serie leggera d.i.a. e l.d.f.	Serie normale		Serie rinforzata	
		d.i.a.	l.d.f.	d.i.a.	l.d.f.
V	mm	mm	mm	mm	mm
0 ÷ 50	0,5	1,5	2	(2,5)	3
50 ÷ 250	2	(2) * (3)	(3) * (4)	(3) * (4,5)	(4,5) * (6)
250 ÷ 380	2	3	4	4,5	6
380 ÷ 500	3	4	5	6	7,5
500 ÷ 750	4	5	6	7,5	9

I valori tra parentesi sono da considerarsi come non definitivi; per il campo 50÷250 V compaiono due valori: quelli segnati con * si intendono distanze tra parti in tensione e parti metalliche accessibili, mentre gli altri valgono per le distanze fra parti di diversa polarità. Quest'ultima distinzione è risultata dal fatto che un apparecchio alimentato da un sistema trifase a 380 V con neutro a terra, come è nella maggioranza dei casi, presenta verso massa la stessa tensione di un apparecchio monofase alimentato a 220 V dal medesimo sistema; ne deriva che nei due casi le distanze verso massa devono essere le stesse. D'altra parte le distanze fra parti di diversa polarità possono essere minori, a parità di tensione, di quelle fra parti in tensione e massa, data la minore pericolosità di un eventuale cortocircuito, dal punto di vista della sicurezza dell'operatore. Da ultimo si decide che per l'isolamento supplementare di sicurezza, valgono le medesime cifre stabilite per l'isolamento funzionale, limitatamente alle classi 50÷250 e 250÷380 V, il che equivale per l'isolamento rinforzato a roppiare i valori della tabella.

Al termine della riunione ci si augura che questo Comitato possa riunirsi nella primavera 1961 e in quella occasione si tratterà dapprima una nuova stesura del progetto sui morsetti a vite, indi si riprenderà quello sulle linee di fuga e distanze in aria.

Comitato Tecnico 41/42 « Corpi illuminati ».

Viene dapprima esaminata la nuova Tabella di unificazione della filettatura dei « nipples », proposta dal Segretariato col documento S 114/60. La Tabella viene approvata, malgrado un'osservazione italiana contraria all'adozione del diametro di 13 mm per i « nipples » con filettatura metrica ISO, in quanto tale diametro non è considerato nella suddetta unificazione.

Vengono poi esaminate le prove di riscaldamento e la stesura del paragrafo relativo nel Progetto di « Norme per gli apparecchi di illuminazione ad incandescenza ». Dalla discussione su detto argomento, che è condotta soprattutto dai Paesi che hanno eseguito le prove di laboratorio, emerge che vi sono ancora sensibili divergenze sui risultati ottenuti e che è necessario eseguire un ulteriore lavoro mantenendo uno stretto collegamento fra i Comitati Tecnici interessati, sia per mettere a punto il metodo di prova, sia per redigere il nuovo testo del paragrafo « Riscaldamento ». Si propone inoltre di usare, nelle prove che verranno eseguite in futuro, le apposite lampade di prova (Heat test lamp) che l'I.E.C. sta normalizzando. Viene inoltre fatto rilevare, soprattutto dalla delegazione inglese, che andrà rimaneggiata la Tabella delle temperature massime ammissibili, in quanto si è potuto constatare in pratica che queste vengono molto spesso superate. In conclusione viene deciso di affidare ad un gruppo di lavoro, costituito dai sei Paesi che hanno già negli anni scorsi eseguito le misure delle temperature — e cioè Svezia, Olanda, Germania, Gran Bretagna, Francia e Cecoslovacchia — il proseguimento delle prove di riscaldamento e la completa messa a punto delle medesime, nonché la preparazione del capitolo « Riscaldamento », da introdurre nel Progetto di Norme. Si passa poi all'esame del 5° Progetto di « Norme per apparecchi di illuminazione ad incandescenza » e delle osservazioni inviate in proposito dai vari Paesi. Si procede quindi all'esame dei vari capitoli della suddetta Parte I apportandovi principalmente le modifiche che seguono.

Al Capitolo I viene deciso di estendere il campo delle Norme agli apparecchi illuminanti per lampade fino a 300 watt. Nel capitolo successivo il limite della tensione ridotta (per alimentazione degli apparecchi di Classe III) viene elevato da 42 a 50 volt. Al Capitolo X (Raccordo alla rete di alimentazione) viene accolta una proposta olandese di dimensionare i morsetti terminali per le sezioni di conduttori da 0,75 a 1 mm² per gli apparecchi portatili e da 1 a 2,5 mm² per gli apparecchi fissi; si decide anche di tener conto di un ingombro di 10×20×25 mm per ciascun terminale ai fini di stabilire lo spazio da destinare all'alloggiamento di una morsettieria. Al Capitolo XI (Disposizioni per la messa a terra) dopo una lunga discussione viene deciso che gli apparecchi portatili della Classe I di tipo non ordinario, debbono essere completi di cordone a tre conduttori e spina con contatto di terra; quelli di tipo ordinario devono essere corredati o dei suddetti accessori o di cordone a due conduttori e spina senza contatto di terra, con la nota che, in talune Nazioni, è vietata la seconda possibilità. Inoltre si decide che il conduttore di terra sia di colore giallo-verde; non viene invece accettata una proposta danese di vietare che il morsetto di terra possa

essere sistemato nel portalampada. Al successivo capitolo, che tratta dei conduttori e della loro sistemazione entro gli apparecchi, sono accettate alcune modifiche proposte dall'Olanda sui tipi di cavi ammessi; inoltre sarà inserita una nota per permettere l'uso di tubazioni di diametro interno di 6 mm in quelle Nazioni che ammettono l'uso dei « nipples » da 8 mm. Viene anche stabilito che debbono essere montati collari protettivi isolanti nel foro d'ingresso del cavo e, negli apparecchi snodabili, in ogni giunto; questi collari devono superare la prova d'invecchiamento e non devono poter essere rimossi senza l'uso di attrezzi.

Al Capitolo XIII (Costruzione) viene stabilito, su proposta olandese, che i raccordi dei portalampada degli apparecchi regolabili, devono essere di tipo maggiore a quello di 10 mm. Per quanto riflette il Capitolo XV (Resistenza all'umidità e polvere - isolamento) si stabilisce di abolire la prova di resistenza alla polvere, sulla cui efficacia sono state avanzate molte riserve, dicendo che una nuova prova è allo studio. Al Capitolo XX (Resistenza dei materiali isolanti al calore ed alle correnti superficiali) si stabilisce che la prova del mandrino a 300 e 500 °C sia mantenuta a titolo provvisorio. Si passa poi all'esame della Parte II che tratta le regole particolari per i vari tipi di apparecchi illuminati. Al Capitolo A (Apparecchi fissi a sospensione ed a plafoniera), si decide di specificare che i diametri dei fori d'ingresso indicati nel progetto, andranno adeguati poi alle decisioni del Comitato Tubi protettivi. Al Capitolo C (Lampade a piedestallo e simili), si stabilisce la norma che permette di tralasciare la marchiatura della potenza per gli apparecchi che superino la prova di riscaldamento con una lampada da 60 watt in ciascun portalampada, sia applicabile solo alle lampade da tavolo, mentre per quelle a pavimento il suddetto valore va elevato a 100 watt. Viene inoltre abolita la prova di resistenza meccanica contenuta nel progetto. Nell'esame del Capitolo D (Lampade portatili a mano) le principali decisioni adottate riguardano l'abolizione di una clausola come la precedente riguardo alla marchiatura della potenza; la precisazione che i suddetti apparecchi debbono sempre essere di Classe II anche se usati a tensione ridotta; l'introduzione di una nota che in alcune Nazioni sono vietati gli interruttori nelle lampade portatili; la prescrizione di una distanza minima di 3 mm tra l'involucro di vetro e la griglia protettiva. La prova di resistenza meccanica viene lasciata provvisoriamente, in attesa di una conferma sperimentale sull'efficacia della stessa. Dopo l'esame di questo capitolo si conclude la riunione con l'annuncio da parte del Segretariato che sarà preparato un 6° Progetto di Norme che tenga conto delle decisioni prese e dei risultati dei lavori del Gruppo di Studio.

Comitato Tecnico 10 « Cavi isolati ».

La riunione del Comitato Tecnico « Cavi isolati » della CEE ha avuto luogo nei giorni 19 e 20 settembre.

Dapprima si esamina la nuova unificazione delle sezioni e delle composizioni dei conduttori per i cavi per posa fissa (documento CEE (10) NL 127/60). Questa era stata discussa nell'ultima riunione del Comitato ed ora viene definitivamente approvata dopo aver apportato piccoli ritocchi. Essa deve essere approvata dall'Assemblea plenaria della C.E.E., che sarà tenuta nella riunione primaverile del 1961. La stampa definitiva avverrà entro il dicembre 1961. L'applicazione pratica della nuova unificazione, da parte dei Paesi membri della C.E.E. potrà avere inizio probabilmente entro il 1962; non vi sono state dichiarazioni impegnative in proposito.

Circa lo spessore della guaina di pvc su cavi armati a nastri (documento CEE (11) F 116/60), viene approvata con lieve modifica la proposta francese di diminuirlo secondo la nuova formula (0,7 + 0,3 D) mm. La delegazione italiana non era favorevole a tale diminuzione.

Si esamina quindi una proposta del gruppo di lavoro sulla composizione dei conduttori flessibili (docum. CEE (10) NL 135/60), che viene approvata con alcune modifiche, la più importante delle quali consiste nel non ammettere fili elementari da 0,30 mm per le sezioni 1,5 e 2,5 mm². Per tali sezioni il diametro max dei fili elementari dovrà essere di 0,26 mm e per le sezioni di 70 e 95 mm² di 0,51 mm. Nella tabella i valori dei diametri massimi saranno 0,01 mm in più dei valori nominali. Si decide di introdurre per la sezione di 0,5 mm² anche la formazione con fili da 0,08 mm (cavi per rasoi elettrici). La delegazione italiana fa presente che anche per i cavi flessibili la resistenza elettrica va calcolata in base alla sezione effettiva e non a quella nominale.

Al Gruppo di lavoro viene richiesto di preparare al più

presto la tabella definitiva con i valori della resistenza elettrica, in modo che possa essere approvata alla riunione della primavera del 1961.

I coefficienti k_1 , k_2 , k_3 , per le perdite per cordatura ecc. devono essere desunti, senza arrotondamenti, dal documento già stabilito per i conduttori rigidi. Si passa quindi alla revisione di un punto della Pubblicazione 13 (Cavi isolati in cloruro di polivinile) e precisamente delle prove termiche sull'isolante (documento CEE (12) NL 140/58).

Al paragrafo 9 d (Invecchiamento), si decide di ripristinare la prova a 80 °C in luogo di quella a 100 °C per 120 h (approvata a Vienna); nel frattempo si studierà un invecchiamento basato sulla perdita di peso per unità di superficie come viene fatto in Inghilterra.

Al paragrafo 11 a (Deformazione a caldo), viene illustrato il metodo di prova proposto da un documento italiano: la delegazione italiana fa presente che pur dando risultati migliori del metodo CEE attuale, non è ancora soddisfacente del tutto. Il metodo CEE, sia pure perfezionato, non permette, fra l'altro, di distinguere due mescole aventi diverse caratteristiche di resistenza alla termoplasticità. Si decide di lasciare la prova come è attualmente nelle Norme, dicendo che è allo studio un nuovo metodo. Al paragrafo 11 c viene deciso di aggiungere la prova di avvolgimento a freddo con l'apparecchio CEE, mentre al paragrafo 11 d si stabilisce che la prova di percussione a freddo venga eseguita solo sul cavo completo, e non separatamente sull'isolante e sulla guaina, a -15 °C \pm 2 °C senza invecchiamento preliminare.

Vengono poi toccati alcuni punti della Pubblicazione 2 (Cavi isolati in gomma) per i quali vi sono proposte di modifica. Per esempio si introduce una prova di lacerazione sulla guaina, limitatamente a quella esterna dei tipi con doppia guaina. Si decide di introdurre il cavo flessibile da 0,5 mm² nel paragrafo 19, ma solo come tipo unipolare (solo per interno dei lampadari). Il Segretariato è inoltre d'accordo di introdurre a suo tempo nella Pubblicazione 13 un cavetto equivalente in pvc. Da ultimo viene illustrato un nuovo metodo per la determinazione della sezione dell'isolante per mezzo del peso specifico e del volume (documento CEE (11) GB 112/60). In Olanda sono state fatte delle prove secondo la proposta inglese e la conclusione è che se si seguono certe precauzioni il metodo proposto è perfettamente accettabile. Si decide di presentare tale metodo all'Assemblea Generale come alternativa al metodo esistente.

Assemblea Plenaria.

Il 21 e 22 settembre si è svolta la riunione dell'Assemblea Plenaria sotto la presidenza del prof. Van Staveren.

Dapprima si approvano le seguenti nomine: Mr. Nygren (svedese) come Presidente del Comitato Tecnico 41 «Corpi illuminati» al posto di Mr. Tennander dimissionario, e Mr. Racz (ungherese), come Presidente del nuovo Comitato Tecnico «Scatole di derivazione e accessori per le connessioni».

Circa una proposta fatta dal Segretariato della IEC/TC 23, di emettere una Pubblicazione comune IEC/CEE sui «Piccoli fusibili a tappo», tutti i delegati si mostrano favorevoli; questo progetto era stato preparato dalla IEC e sottoposto alla CEE per approvazione. Questa Pubblicazione starà al posto dell'attuale Pubblicazione CEE 4.

Si annuncia poi che alla prossima Assemblea Plenaria si discuterà, sulla base di una proposta francese, sulla desiderabilità delle regole di qualità nelle norme degli apparecchi domestici.

Viene poi esaminato un progetto IEC sulle «Apparecchiature elettroniche per usi domestici» e si decide di inviare alla IEC la richiesta di introdurre la classificazione degli apparecchi nei riguardi della loro protezione contro l'elettrocuzione, ossia le classi 0, I, II e III. Ritorna alla ribalta a questo punto la risoluzione sul colore del conduttore di terra nei cavetti flessibili per le installazioni non fisse. Viene definitivamente accettato come colore di tale conduttore la combinazione verde-giallo, che dovrà essere usata solo per la messa a terra; quest'ultimo punto, che era molto controverso, è stato forzatamente accettato dai francesi, i quali hanno dichiarato che nella loro nazione essi permetteranno che tale conduttore venga usato anche come conduttore di fase. Tale risoluzione dovrebbe entrare nelle norme nazionali di tutti i

Paesi membri entro il 1° luglio 1961.

Circa il codice dei colori nelle installazioni fisse, benché non vi sia grande entusiasmo, si decide di iniziare i lavori affidandoli al Comitato Tecnico «Cavi isolati» con l'aggiunta di esperti di regole d'installazione.

In seguito vengono esaminate ed accettate con qualche modifica le proposte di emendamento delle Pubblicazioni n. 2 «Cavi isolati in gomma» e n. 13 «Cavi isolati in cloruro di polivinile»; esse verranno quindi pubblicate in nuova edizione. Per la Pubblicazione 13 l'emendamento più importante è la diminuzione degli spessori dell'isolante. Viene quindi discusso il progetto dello Statuto e quello delle Regole di procedura della CEE, che però dovrà essere riesaminato in una prossima seduta.

Si decide che la sessione primaverile 1961 della CEE si terrà a Oslo dal 24 maggio al 3 giugno, con la partecipazione dei Comitati Tecnici «Prese di corrente e interruttori», «Tubi protettivi», del Comitato per le Regole generali e dell'Assemblea Plenaria.

Al termine si ha una breve relazione sul lavoro svolto dall'austriaco Biegelmeier sugli effetti dell'elettrocuzione sul corpo umano; all'inizio del 1961 verrà fatto circolare un documento su questo argomento, che potrà essere paragonato ad un simile lavoro che sta conducendo la IEC.

ATTIVITÀ DELLE SEZIONI

SEZIONE DI BOLOGNA (Borsa di Commercio, 24 B).

19 novembre 1960 - ore 18,30 — Comunicazione del dr. ing. Amedeo CUTTICA, sul tema: «L'India - Ricordi della visita di un ferroviere in quel grande Paese».

17 dicembre 1960 - ore 18,30 — Proiezione dei seguenti documenti USIS: «Enrico Fermi», «Il futuro comincia oggi», «Borax», «Atomo senza mistero».

SEZIONE DI FIRENZE (Via Valfonda, 9).

18 novembre 1960 - ore 18,15 — Conferenza del prof. ing. Giuseppe MELINOSI, sul tema: «Metodo termometrico per la determinazione del rendimento sulle turbine idrauliche».

SEZIONE DI LIVORNO (Scali D'Azeglio 44)

25 novembre 1960 - ore 18,30 — Conferenza del prof. ing. Giuseppe MELINOSI, sul tema: «Metodo termometrico per la determinazione del rendimento nelle turbine idrauliche».

9 dicembre 1960 - ore 18 — Conferenza del prof. ing. Ugo TIBERIO, sul tema: «Il potere informativo del radar nautico».

SEZIONE DI MILANO (Via S. Tomaso, 3).

11 novembre 1960 - ore 21 — Conferenza del dr. ing. Mario BRUNI, sul tema: «Generatori elettrici del futuro - Speranze e realtà».

18 novembre 1960 - ore 21 — Conferenza del prof. Giampaolo BOLOGNESI, sul tema: «Problemi tecnologici nella produzione dei dispositivi a semiconduttore».

25 novembre 1960 - ore 21 — Conferenza del dr. ing. Luigi BERNARDINI, sul tema: «Apparati registratori numerici».

2 dicembre 1960 - ore 21 — Conferenza del dr. ing. Giacomo PALEARI, sul tema: «Ancora del condensatore statico di rifasamento nelle reti di distribuzione».

16 dicembre 1960 - ore 21 — Conferenza del prof. ing. Noverino FALETTI, sul tema: «Rifasamento delle reti a media ed a bassa tensione».

SEZIONE DI NAPOLI (Via Mezzocannone, 16).

16 dicembre 1960 - ore 18,15 — Conferenza del dr. ing. Armando DI PERNA, sul tema: «L'impianto di regolazione automatica frequenza potenza della rete S.M.E.».

SEZIONE DI ROMA (Via Giolitti, 34).

27 novembre 1960 — Gita sociale a Fiumicino che comprende le seguenti visite: Necropoli del Porto di Roma, Centrale termica della S.R.E., Aeroporto intercontinentale.